

ISSN 2520-2235

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

3(59) 2022



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

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

# ПАЁМИ

# ПОЛИТЕХНИКӢ

**БАҲШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ, ИНВЕСТИТСИЯ**

ISSN  
2520-2235

**3(59)**  
**2022**



**МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ**

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

Published since January 2008

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

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

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

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

Нишонӣ	Адрес редакции	Editorial office address
734042, г. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 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**

**САРМУҲАРИР**

**К.К. ДАВЛАТЗОДА**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА**

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сармуҳарир

**А.Дж. РАХМОНЗОДА**

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сардабир

**М.М. КАҶОМОВ**

Саркотиб

**ҲАЙАТИ ТАҲРИЯ**

**Л.Н. РАДЖАБОВА**

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

**М.М. САДРИДДИНОВ**

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

**С.З. КУРБОНШОЕВ**

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

**А.А. АБДУРАСУЛОВ**

Номзади илмҳои физикаю математика, профессор

**С.О. ОДИНАЕВ**

академики АМИТ, доктор илмҳои физикаю математика, профессор

**У. МАДВАЛИЕВ**

доктори илмҳои физикаю математика

**Т.Х. САЛИХОВ**

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

**АНГЕЛ СМРИКАРОВ**

Доктори илм, профессор (Булғория)

**С.А. НАБИЕВ**

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент

**А.Д. АХРОРОВА**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

**Х.А. ОДИНАЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**Ф.М. ХАМРОЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

**К.К. ДАВЛАТЗОДА**

доктор экономических наук, профессор

**М.А. АБДУЛЛО**

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

**А.Дж. РАХМОНЗОДА**

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

**М.М. КАҶОМОВ**

Главный секретарь

**ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ**

**Л.Н. РАДЖАБОВА**

доктор физико-математических наук, профессор

**М.М. САДРИДДИНОВ**

кандидат физико-математических наук, доцент

**С.З. КУРБОНШОЕВ**

доктор физико-математических наук, профессор

**А.А. АБДУРАСУЛОВ**

кандидат физико-математических наук, профессор

**С.О. ОДИНАЕВ**

академик 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)

**С.А. НАБИЕВ**

кандидат технических наук, доцент

**А.Д. АХРОРОВА**

доктор экономических наук, профессор

**М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ**

доктор экономических наук, доцент

**Х.А. ОДИНАЕВ**

доктор экономических наук, профессор

**Ф.М. ХАМРОЕВ**

доктор экономических наук, доцент

*Материалы публикуются в авторской редакции, авторы опубликованных работ несут ответственность за оригинальность и научно-теоретический уровень публикуемого материала, точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами.*

*Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.*

## МУНДАРИЧА – ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS</b> .....	<b>5</b>
<u><b>ПОСТРОЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ МАЛЫЙ ПАРАМЕТР</b></u>	
Садриддинов М.М., Рустамбекова У.Р. ....	5
<b>ФИЗИКА - PHYSICS</b> .....	<b>12</b>
<u><b>КОЭФФИЦИЕНТ АДСОРБЦИИ НЕГАШЁНОЙ ИЗВЕСТИ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ 304К ДО 339К ПРИ ЕЁ УВЛАЖНЕНИИ ВОДЯНЫМ ПАРОМ</b></u>	
Зарипов Дж.А. ....	12
<u><b>ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЦ СУЩЕСТВОВАНИЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОДОЛЬНЫХ МОД ЛАЗЕРА С НЕЛИНЕЙНЫМ ПОГЛОТИТЕЛЕМ В РЕЗОНАТОРЕ</b></u>	
Гафуров Х.....	19
<u><b>МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ И КОНФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ДНК НА ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ</b></u>	
Хусензода М.А.....	24
<u><b>ВЛИЯНИЕ NaOH НА УДЕЛЬНУЮ ТЕПЛОЁМКОСТЬ СТЁКОЛ СИСТЕМЫ <math>V_2O_3 - 2Bi_2O_3</math> В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ</b></u>	
Кучакшоев Д.С. ....	32
<u><b>ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТАРНОГО УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ ГОРОДА ДУШАНБЕ</b></u>	
Шарипов С.Р., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Абдурасулов Н.А., Шерматов Д.С. ....	36
<b>ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT</b> .....	<b>41</b>
<u><b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ЭКОЛОГОВ</b></u>	
Саидзода П.Х., Ибрагимзаде Д.Э., Набиев С.А. ....	41
<u><b>КЛОНИРОВАНИЕ ПОДКЛЮЧАЕМЫХ БАЗ ДАННЫХ В ORACLE DATABASE 18C EXPRESS EDITION ТАЪМИНИ АМНИЯТИ ИТТИЛООТИИ СИСТЕМАҲОИ АМАЛИЁТӢ БО МАҚСАДИ ИСТИФОДАИ ПУРСАМАРИ ОНҲО</b></u>	
Ёров М.Р., Комилиён Ф.С.....	58
<u><b>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА АГРЕГАЦИИ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕННОЙ ПЕЧАТНОЙ КРАСКИ</b></u>	
Холов Ш.Ё., Бандишоева Р.М., Юнусов Н.И., Бадалова М.А. ....	64
<u><b>О МНОЖЕСТВЕ АНАГРАММ ШУГНАНСКОГО ЯЗЫКА</b></u>	
Мирзохасанов М.Л. ....	69
<u><b>РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE - GSM</b></u>	
Бандишоева Р.М., Холов Ш.Ё., Юнусов Н.И., Бадалова М.А. ....	73
<b>ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОЧАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY</b> .....	<b>80</b>
<u><b>РУШДИ РАВАНДҲОИ ИНТЕГРАТСИОНӢ ДАР БОЗОРИ НЕРУИ БАРҚИ ДАВЛАТҲОИ ОСИЁИ МАРКАЗӢ</b></u>	
Асоев Б.Х. ....	80

ТАҲҚИҚИ ОМИЛҲОИ АСОСИИ БА САТҲИ РАҚОБАТПАЗИРИИ КОРХОНАҲОИ САНОАТИ САБУК  
ТАЪСИРКУНАНДА

Хоҷаев П.Д., Сулаймонзода Ш.Ф., Раҳимзода М.Н. .... 85

УДК 517.9

## **ПОСТРОЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ МАЛЫЙ ПАРАМЕТР**

**Садриддинов М.М., Рустамбекова У.Р.**

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В теории дифференциальных уравнений большую роль играют интегральные многообразия решений, введенные в работах А. Пуанкаре, А.М. Ляпунова, Н.Н. Боголюбова, Ю.А. Митропольского и др. Интегральные многообразия, объединяющие множество решений в одно целое, используются при решении вопросов устойчивости решений, при расщеплении решений и понижении порядка систем дифференциальных уравнений, содержащих малый положительный параметр в задачах анализа и синтеза оптимального управления.

В работе построены нелинейные проекторы для системы дифференциальных уравнений с аналитическими правыми частями с помощью интегральных многообразий в банаховом пространстве. Кроме того, построены нелинейные проекторы с помощью нелинейного оператора Грина, изложен способ построения нелинейных проекторов, основанный на использовании результатов А.М. Ляпунова по интегральным многообразиям. Приведены их аналитические свойства, область их сходимости, а также приведены способы задания интегральных многообразий и построение линейных проекторов систем дифференциальных уравнений.

Далее, разработаны конструктивные способы построения интегральных многообразий с целью применения их для построения нелинейных проекторов, предназначенных для расщепления изучаемых многомерных систем нелинейных дифференциальных уравнений с аналитической правой частью, зависящих от малого параметра. Иллюстрируется конкретный пример, определяющий данный метод.

**Ключевые слова:** *малый параметр, линейные проекторы, нелинейные проекторы, интегральные многообразия, голоморфная функция, матрица Грина, экспоненциально дихотомичное решение, банахово пространство, спектр матрицы, характеристические показатели, возмущенная система, динамическая система, функция Ляпунова, устойчивость, асимптотическая устойчивость.*

## **СОХТАНИ ПРОЕКТОРҲОИ ҒАЙРИХАТТӢ БАРОИ СИСТЕМАИ МУОДИЛАҲОИ ДИФФЕРЕНСИАЛИИ ДОРОИ ПАРАМЕТРИ ХУРД**

**Садриддинов М.М., Рустамбекова У.Р.**

Дар назарияи муодилаҳои дифференсиалии сохтани бисёршаклаҳои интегралӣ роли басо муҳим мебозанд, ки дар қорҳои А. Пуанкаре, А.М. Ляпунов, Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский ва дигарон оварда шудаанд. Бисёршаклаҳои интегралӣ, ки ҳамчоягии ҳалҳои мутаххид месозанд, одатан дар масъалаҳои устувории системаи муодилаҳои дифференсиалии ва дар синтези идоракунии оптималӣ ба таври васеъ истифода карда мешавад.

Дар мақола сохтани проекторҳои ғайрихаттӣ барои системаи муодилаҳои дифференсиалии тарафи росташон аналитикӣ дар фазои банахӣ оварда шудааст. Инчунин тарзҳои сохтани проекторҳои ғайрихаттӣ бо ёрии оператори Грин овардашуда, хосиятҳои аналитикии онҳ омӯхта шуда, радиуси наздикшавии онҳо нишон дода шудааст, ки бо натиҷаҳои қорҳои А.М.Ляпунов барои сохтани бисёршаклаҳои интегралӣ асоснок карда шудааст.

Баъдан, ба мақсади сохтани проекторҳои ғайрихаттӣ усули конструктиви сохтани бисёршаклаҳои интегралӣ, ки барои ҷудо намудани системаи муодилаҳои дифференсиалии ғайрихаттӣ тарафи росташон аналитикӣ аз параметр вобаста мебошад, қоркард карда шудааст, Мисоли мушаххас усули мазкурро пурра шарҳ медиҳад.

**Калимаҳои калидӣ:** *параметри хурд, проекторҳои хаттӣ, проекторҳои ғайрихаттӣ, бисёршаклаҳои интегралӣ, функцияи голоморфӣ, матрицаи Грин, ҳалли экспоненциалӣ дихотомӣ, фазои банахӣ, спектри матрица, нишондиҳандаҳои характеристикӣ, системаи барангезанда, функцияи Ляпунов, устуворӣ, устувории асимптотикӣ.*

## **CONSTRUCTION OF NONLINEAR PROJECTORS FOR SYSTEMS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS CONTAINING A SMALL PARAMETER**

**Sadriddinov M.M., Rustambekova U.R.**

In the theory of differential equations, integral manifolds of solutions, introduced in the works of A. Poincaré, A.M. Lyapunov, N.N. Bogolyubova, Yu.A. Mitropolsky and others. Integral manifolds that combine a set of solutions into a single whole are used in solving problems of stability of solutions, in splitting solutions and lowering the order of systems of differential equations containing a small positive parameter in problems of analysis and synthesis of optimal control.

In this paper, non-linear projections for a system of differential equations with analytic right-hand sides are constructed using integral manifolds in a Banach space. In addition, nonlinear projectors are constructed using the nonlinear Green operator, a method for constructing nonlinear projectors based on the results of A.M. Lyapunov on integral manifolds. Their analytical properties are given, their area of convergence is found, and methods for specifying integral manifolds and constructing linear projectors for systems of differential equations are also given.

Further, constructive methods for constructing integral manifolds have been developed with the aim of using them to construct nonlinear projectors intended for splitting the studied multidimensional systems of nonlinear differential equations with an analytic right-hand side that depend on a small parameter. A specific example defining this method is illustrated.

**Keywords:** *small parameter, linear projections, nonlinear projections, integral manifolds, holomorphic function, Green's matrix, exponentially dichotomous solution. Banach space, matrix spectrum, characteristic exponents, perturbed system, small parameter, dynamical system, Lyapunov function, stability, asymptotic stability.*

### Введение

Данное исследование проведено для конструктивного способа построения нелинейных проекторов с помощью нелинейного оператора Грина, которые введены в работах А. Пуанкаре, А.М. Ляпунова, Н.Н. Боголюбова, Ю.А. Митропольского и других. Интегральные многообразия, объединяющие множество решений в одно целое, используются при решении вопросов устойчивости решений, при расщеплении решений и понижении порядка систем дифференциальных уравнений с аналитической правой частью, содержащих малый положительный параметр.

**Целью** работы является построение нелинейных проекторов для нелинейных систем дифференциальных уравнений, содержащих малый параметр, а также получение оценок радиуса сходимости полученных интегральных многообразий и исследование асимптотического поведения решений названных систем на них.

### Методология и методы проведения работы.

Результаты исследования построения интегральных многообразий решений нелинейных систем дифференциальных уравнений были рассмотрены на конкретном примере и графическими иллюстрациями.

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

Рассмотрим квазилинейную систему дифференциальных уравнений с аналитической правой частью, содержащую малый параметр  $\mu$ :

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= A(t)X + \mu F_1(t, X, Y, \mu), \quad F_1(t, 0, 0, \mu) \equiv 0, \\ \frac{dY}{dt} &= B(t)Y + \mu F_2(t, X, Y, \mu), \quad F_2(t, 0, 0, \mu) \equiv 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $X \in \mathbf{B}_1, Y \in \mathbf{B}_2, X, Y$  - векторы соответственно с проекциями  $x_1, x_2, \dots, x_m; y_1, y_2, \dots, y_n, \mu$  - малый положительный параметр. Квадратные матрицы-функции  $A(t), B(t)$  имеют соответственно порядки  $m \times m$  и  $n \times n$ , являются непрерывными по  $t$ . Нормы элементов  $X, Y$  и  $Z$  будем обозначать соответственно через  $\|X\|, \|Y\|$  и  $\|Z\|$  в банаховых пространствах  $\mathbf{B}_1$  и  $\mathbf{B}_2$ .

Предположим, что вектор-функции  $F_j(t, X, Y, \mu)$  ( $j = 1, 2$ ) определены в области  $D$ :

$$\|X\| \equiv \max_{1 \leq k \leq m} |x_k| \leq \rho, \quad \|Y\| \equiv \max_{1 \leq s \leq n} |y_s| \leq \rho, \quad -\infty < t < \infty, \quad |\mu| < \mu^* (\rho > 0),$$

они непрерывны по  $t$  и голоморфны в этой области относительно проекций векторов  $X, Y$  и параметра  $\mu$ . При этом их разложение в ряды по степеням  $x_1, x_2, \dots, x_m; y_1, y_2, \dots, y_n$  начинается с членов не ниже второго порядка.

Полагаем, что вектор-функции  $F_j(t, X, Y, \mu)$  ( $j = 1, 2$ ) в области  $D$  удовлетворяют условиям Липшица

$$\begin{aligned} \|F_1(t, X, Y, \mu) - F_1(t, \tilde{X}, \tilde{Y}, \mu)\| &\leq \beta_1 \|X - \tilde{X}\|_1 + \beta_2 \|Y - \tilde{Y}\|, \\ \|F_2(t, X, Y, \mu) - F_2(t, \tilde{X}, \tilde{Y}, \mu)\| &\leq \beta_3 \|X - \tilde{X}\|_1 + \beta_4 \|Y - \tilde{Y}\|. \end{aligned} \quad (2)$$

Кроме того предполагаем, что вектор-функции  $F_j(t, X, Y, \mu)$  ( $j = 1, 2$ ) ограничены, и выполняются условия

$$F_j(t, 0, 0, \mu) \equiv 0 \quad (j = 1, 2). \quad (3)$$

Рассмотрим случаи: а) Пусть  $\mu = 0$ . Тогда система уравнений (1) распадается на два независимых линейных дифференциальных уравнения в пространствах  $\mathbf{B}_1$  и  $\mathbf{B}_2$

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= A(t)X, \quad X \in \mathbf{B}_1, \\ \frac{dY}{dt} &= B(t)Y, \quad Y \in \mathbf{B}_2, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 = \mathbf{B}$ .

Тогда матрицы решений  $M(t, \tau)$  и  $N(t, \tau)$  системы (4) удовлетворяют условиям

$$\begin{aligned} \|M(t, \tau)\| &\leq Ce^{\lambda(t-\tau)}, \quad C \geq 1, \lambda > 0, \quad -\infty < t \leq \tau < +\infty, \\ \|N(t, \tau)\| &\leq Ce^{-\lambda(t-\tau)}, \quad -\infty < \tau \leq t < +\infty. \end{aligned} \quad (5)$$

При  $\mu = 0$  у системы (1) существуют голоморфные интегральные многообразия  $G_1^0, G_2^0$  решений, определяемые уравнениями  $X = 0$  и  $Y = 0$ , примыкающими к нулевому решению при  $t \rightarrow \pm\infty$  соответственно.

б) Рассмотрим случай, когда  $\mu \neq 0$ . Покажем, что при достаточно малых значениях  $|\mu| < \mu_0 \leq \mu^*$  у системы (1) существуют голоморфные интегральные многообразия  $G_1^\mu, G_2^\mu$  решений, равномерно экспоненциально стремящихся к нулевому решению при  $t \rightarrow \pm\infty$  соответственно. Одновременно укажем способ построения этих интегральных многообразий.

Для этого необходимо построить нелинейный оператор Грина [1-3]

$$H_1 \equiv H_1(t, \tau, X, Y, \mu), \quad H_2 \equiv H_2(t, \tau, X, Y, \mu),$$

являющихся ограниченным на всей оси решением системы дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial H_1}{\partial t} &= A(t)H_1 + \mu F_1(t, H_1, H_2, \mu) + X\delta(t - \tau), \\ \frac{\partial H_2}{\partial t} &= B(t)H_2 + \mu F_2(t, H_1, H_2, \mu) + Y\delta(t - \tau), \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\delta(t) - \delta$  - функция Дирака. С учетом условий (3) и (5) системы (6) приводится к системам нелинейных интегральных уравнений

$$\begin{aligned} H_1(t, \tau, X, Y, \mu) &= G_{11}(t, \tau)X - \mu \int_t^{+\infty} M(t, s)F_1(s, H_1(s, \tau, X, Y, \mu), H_2(s, \tau, X, Y, \mu), \mu)ds, \\ H_2(t, \tau, X, Y, \mu) &= G_{22}(t, \tau)Y + \mu \int_{-\infty}^t N(t, s)F_2(s, H_1(s, \tau, X, Y, \mu), H_2(s, \tau, X, Y, \mu), \mu)ds, \end{aligned} \quad (7)$$

где введены обозначения

$$G_{11}(t, \tau) = -M(t, \tau) \quad (\tau > t); \quad G_{11}(t, \tau) = 0 \quad (\tau < t),$$

$$G_{22}(t, \tau) = 0 \quad (\tau > t); \quad G_{22}(t, \tau) = N(t, \tau) \quad (\tau < t).$$

Для решения системы нелинейных интегральных уравнений (7) применим метод последовательных приближений в банаховом пространстве  $\mathbf{B}$  с нормой

$$\|H(t, \tau, X, Y, \mu)\| = \sup_{t, \tau} \|H(t, \tau, X, Y, \mu)\|$$

где введены обозначения

$$H(t, \tau, X, Y, \mu) = \begin{pmatrix} H_1(t, \tau, X, Y, \mu) \\ H_2(t, \tau, X, Y, \mu) \end{pmatrix}, \quad (*)$$

$$\|H(t, \tau, X, Y, \mu)\| = \max \{ \|H_1(t, \tau, X, Y, \mu)\|, \|H_2(t, \tau, X, Y, \mu)\| \}.$$

Из теоремы Банаха [2] находим условия существования решения  $H(t, \tau, X, Y, \mu)$  системы нелинейных интегральных уравнений (7).

Полученный результат сформулируем в виде теоремы.

Теорема 1. Пусть для системы нелинейных дифференциальных уравнений (1) выполнены условия (2) и (5). Тогда при  $|\mu| < \mu_\varepsilon$ , где

$$\mu_\varepsilon = \min \left\{ \frac{\lambda - \varepsilon}{C\beta_5}, \mu^* \right\}, \quad \beta_5 = \max \{ \beta_1 + \beta_2; \beta_3 + \beta_4 \}$$

в области  $D_1$ :

$$\|X\| < \rho(1 + C)^{-1}, \quad \|Y\| < \rho(1 + C)^{-1}, \quad -\infty < t < +\infty$$

существует нелинейный оператор Грина, удовлетворяющий при  $0 \leq \varepsilon \leq 1$  условию



$$\|H(t, \tau, X, Y, \mu)\| \leq \frac{C(\lambda - \varepsilon)}{\lambda - \varepsilon - |\mu|C\beta_5} e^{-\varepsilon(t-\tau)} \cdot \max\{\|X\|, \|Y\|\}$$

и являющимся голоморфным от  $\mu$  и проекций векторов  $X, Y$  в этой области.

Из теоремы 1 следует, что при  $|\mu| < \mu_\varepsilon$  существуют голоморфные интегральные многообразия  $G_1^\mu, G_2^\mu$ , решений системы (1), представимые в параметрическом виде

$$X(t) = H_1(t, \tau, X, Y, \mu), \quad Y(t) = H_2(t, \tau, X, Y, \mu), \quad (8)$$

где  $X, Y$  - произвольные параметры,  $X \in \mathbf{B}_1$  и  $Y \in \mathbf{B}_2$ . При  $t > \tau$  формулы (8) определяют голоморфное интегральное многообразие  $G_1^\mu$ , а при  $t < \tau$  формула (8) определяет голоморфное интегральное многообразие  $G_2^\mu$ .

Таким образом, у возмущенной системы дифференциальных уравнений (1) при  $|\mu| < \mu_\varepsilon$  существуют голоморфные интегральные многообразия  $G_1^\mu, G_2^\mu$  решений, примыкающих к нулевому решению при  $t \rightarrow \pm\infty$  соответственно.

Полагая в уравнениях (7)  $\tau = t + 0$ , получим параметрические уравнения точек  $X_1, Y_1$ , лежащих на голоморфном интегральном многообразии  $G_1^\mu$

$$\begin{aligned} X_1 &= -\mu \int_t^{+\infty} M(t, s) F_1(s, H_1(s, t, X, Y, \mu), H_2(s, t, X, Y, \mu), \mu) ds, \\ Y_1 &= Y + \mu \int_{-\infty}^t N(t, s) F_2(s, H_1(s, t, X, Y, \mu), H_2(s, t, X, Y, \mu), \mu) ds. \end{aligned} \quad (9)$$

Если положим в уравнении (9)  $X = 0$  и исключим параметр  $Y$  из системы

$$\begin{aligned} X_1 &= -\mu \int_t^{+\infty} M(t, s) F_1(s, H_1(s, t, 0, Y, \mu), H_2(s, t, 0, Y, \mu), \mu) ds, \\ Y &= Y_1 - \mu \int_{-\infty}^t N(t, s) F_2(s, H_1(s, t, 0, Y, \mu), H_2(s, t, 0, Y, \mu), \mu) ds = \\ &= Y_1 - \mu \int_{-\infty}^t N(t, s) F_2(s, H_1(s, t, 0, Y, \mu), H_2(s, t, 0, Y, \mu), \mu) ds + O(\mu^2) = Y_1 + O(\mu^2), \end{aligned} \quad (10)$$

то получим явное уравнение голоморфного интегрального многообразия  $G_1^\mu$  вида

$$X_1 = h(t, Y, \mu) \approx -\mu \int_t^{+\infty} M(t, s) F_1(s, H_1(s, t, 0, Y_1, \mu), H_2(s, t, 0, Y_1, \mu), \mu) ds. \quad (11)$$

При  $\bar{X} = X = 0$  и  $k=1, 2$  получим оценки [4]

$$\|H_k(s, t, 0, Y, \mu) - H_k(s, t, 0, \tilde{Y}, \mu)\| \leq \frac{C(\lambda - \varepsilon)}{\lambda - \varepsilon - |\mu|C\beta_5} e^{-\varepsilon(s-t)} \|Y - \tilde{Y}\| \quad (12)$$

Из второго уравнения (10) в силу оценок (12) находим неравенство

$$\|Y - \tilde{Y}\| \leq \|Y_1 - \tilde{Y}_1\| + |\mu| \int_{-\infty}^t C e^{-\lambda|t-s|} \cdot \frac{C(\lambda - \varepsilon)\beta_5}{\lambda - \varepsilon - |\mu|C^2\beta_5} e^{-\varepsilon|t-s|} \|Y - \tilde{Y}\| ds,$$

решая которое, получим оценку

$$\|Y - \tilde{Y}\| \leq \frac{(\lambda + \varepsilon)(\lambda - \varepsilon - |\mu|C^2\beta_5)}{\lambda^2 - \varepsilon^2 - 2|\mu|\lambda C^2\beta_5} \|Y_1 - \tilde{Y}_1\|$$

справедливую при  $|\mu| < \mu_1$ , где обозначено

$$\mu_1 = \min \left\{ \frac{\lambda^2 - C^2}{2\lambda C^2\beta_5}, \mu_\varepsilon \right\}. \quad (13)$$

Из первого уравнения (10) и оценки (12) получим неравенство

$$\|X_1 - \tilde{X}_1\| \leq \frac{|\mu|C^2(\lambda - \varepsilon)}{\lambda^2 - \varepsilon^2 - 2|\mu|\lambda C^2\beta_5} \|Y_1 - \tilde{Y}_1\|,$$

из которого следует, что функция  $h(t, Y, \mu)$  удовлетворяет при  $|\mu| < \mu_2$  условию Липшица

$$\|h(t, Y_1, \mu) - h(t, \tilde{Y}_1, \mu)\| \leq \frac{|\mu| C^2 (\lambda - \varepsilon)}{\lambda^2 - \varepsilon^2 - 2|\mu| \lambda C^2 \beta_5} \|Y_1 - \tilde{Y}_1\| \quad (14)$$

Аналогично, если в уравнении (7) положим  $\tau = t + 0, Y = 0$ , то получим параметрические уравнения точек  $Y_2, X_2$  лежащих на голоморфном интегральном многообразии  $G_2^\mu$

$$X_2 = -X - \mu \int_t^{+\infty} M(t, s) F_1(s, H_1(s, t, X, 0, \mu), H_2(s, t, X, 0, \mu), \mu) ds$$

или

$$Y_2 = \mu \int_{-\infty}^t N(t, s) F_2(s, H_1(s, t, X, 0, \mu), H_2(s, t, X, 0, \mu), \mu) ds. \quad (15)$$

Если из уравнения (15) исключим  $X$ , то получим явное уравнение голоморфного интегрального многообразия  $G_2^\mu$  вида

$$Y_2 = g(t, X_2, \mu) \approx \mu \int_{-\infty}^t N(t, s) F_2(s, H_1(s, t, X_2, 0, \mu), H_2(s, t, X_2, 0, \mu), \mu) ds, \quad (16)$$

где функция  $g(t, X_2, \mu)$  удовлетворяет при  $|\mu| < \mu_2$  условию Липшица

$$\|g(t, X_2, \mu) - g(t, \bar{X}_2, \mu)\| \leq \frac{|\mu| C^2 (\lambda - \varepsilon)}{\lambda^2 - \varepsilon^2 - 2|\mu| \lambda C^2 \beta_5} \|X_2 - \bar{X}_2\|. \quad (17)$$

**Определение.** Пусть для системы дифференциальных уравнений (1) выполнены условия (2), (3) и (5). Если  $|\mu| < \mu_1$  (13), то голоморфные интегральные многообразия  $G_1^\mu, G_2^\mu$  решений можно задать уравнениями вида (11) и (16), где функции  $h(t, Y_1, \mu), g(t, X_2, \mu)$  удовлетворяют условиям Липшица (14) и (17). При  $|\mu| < \mu_1$  размерности голоморфных многообразий  $G_1^\mu, G_2^\mu$  не изменяются при изменении параметра  $\mu$ .

Последнее утверждение теоремы (1) для голоморфного интегрального многообразия  $G_1^\mu$  вытекает из разрешимости второго уравнения (10) относительно  $Y$ , что позволяет установить взаимно однозначное соответствие между  $Y$  и  $Y_1$ .

На голоморфном интегральном многообразии  $G_1^\mu$ , интегральные кривые описываются уравнениями

$$X_1 = h(t, Y_1, \mu), \quad \frac{dY_1}{dt} = B(t)Y_1 + \mu F_2(t, h(t, Y_1, \mu), Y_1, \mu). \quad (18)$$

При  $t \geq \tau, X = \tilde{X} = 0, \tilde{Y} = 0$  и неравенстве (12) при  $\tilde{Y} = \tilde{Y}_1 = 0$  вытекает свойство решений дифференциального уравнения (18)

$$\|Y_1(t)\| \leq C_1 e^{-\varepsilon|t-\tau|} \|Y_1(\tau)\|, \quad t \geq \tau, |\varepsilon| < \lambda,$$

где

$$C_1 = \frac{C(\lambda^2 - \varepsilon^2)}{\lambda^2 - \varepsilon^2 - 2|\mu| \lambda C^2 \beta_5}.$$

Аналогично, первое уравнение (15) разрешимо при  $|\mu| < \mu_1$  относительно  $X$ , что позволяет установить взаимно однозначное соответствие между  $X$  и  $X_2$ . На голоморфном интегральном многообразии  $G_2^\mu$  интегральные кривые описываются уравнениями

$$\frac{dX_2}{dt} = A(t)X_2 + \mu F_2(t, X_2, g(t, X_2, \mu), \mu), \quad Y_2 = g(t, X_2, \mu),$$

и выполняется свойство, аналогичное свойству (\*)

$$\|X_2(t)\| \leq C_1 e^{-\varepsilon|t-\tau|} \|X_2(\tau)\|, \quad t \leq \tau, |\varepsilon| < 1.$$

Сформулируем полученные результаты в виде теоремы.

**Теорема 2.** Пусть для системы дифференциальных уравнений (1) выполнены все условия теоремы 1. Тогда при  $|\mu| < \mu_\varepsilon$  в области  $D_1$  существуют нелинейные проекторы  $P_j(t, X, Y, \mu)$ , ( $j = 1, 2$ ), определяемые по формулам

$$P_1(t, X, Y, \mu) = H_1(t + 0, t, X, Y, \mu), \quad P_2(t, X, Y, \mu) = -H_2(t - 0, t, X, Y, \mu),$$

голоморфно зависящим от  $\mu$  и проекций векторов  $X$ ,  $Y$  и удовлетворяющим условию

$$\|P_j(t, X, Y, \mu)\| \leq \frac{C(\lambda - \varepsilon)}{\lambda - \varepsilon - |\mu|C\beta_5} \max\{\|X\|, \|Y\|\} \quad (j = 1, 2).$$

Векторные уравнения

$$Y = -P_2(t, -X, -Y, \mu), \quad X = P_1(t, X, Y, \mu),$$

следует рассматривать как параметрические уравнения голоморфных интегральных многообразий  $G_1^\mu$ ,  $G_2^\mu$  решений различным асимптотическим поведением при  $t \rightarrow \pm\infty$  соответственно.

Из аналитичности нелинейного оператора Грина  $H(t, \tau, X, Y, \mu)$  в области  $D_1$  вытекают следующие аналитические свойства нелинейных проекторов в этой области [5]

$$P_1(t, X, Y, \mu) + P_2(t, X, Y, \mu) \equiv \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix},$$

$$P_i(P_j(t, X, Y, \mu)\mu) \equiv \delta_{ij} P_j(t, X, Y, \mu) \quad (i, j = 1, 2),$$

где  $\delta_{ij}$  - символ Кронекера.

Вышеизложенная теория иллюстрируется в конкретной задаче.

**Пример.** Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

$$\frac{dx_1}{dt} = x_1 - 3\mu x_2^3; \quad \frac{dx_2}{dt} = x_2 - 2\mu x_1^2.$$

При  $\mu = 0$  у системы (1) существуют голоморфные интегральные многообразия  $G_1^0, G_2^0$  решений, определяемые уравнениями  $x_1 = 0$  и  $x_2 = 0$ , примыкающими к нулевому решению при  $t \rightarrow \pm\infty$  соответственно.

Построим интегральные многообразия  $G_1^\mu$  и  $G_2^\mu$ .

Будем искать уравнение интегрального многообразия  $G_1^\mu$  в виде разложения

$$x_2 = \mu\varphi_1(x_1) + \mu^2\varphi_2(x_1) + \mu^3\varphi_3(x_1) + \dots$$

и находим уравнение интегрального многообразия  $G_1^\mu$

$$x_2 = \mu \frac{2^0 \cdot 7x_1^2}{3} + \mu^2 \frac{2^2 \cdot 7^4 x_1^4}{3^5} + \mu^3 \frac{2^3 \cdot 7^3 x_1^{12}}{3^9} + \mu^4 \frac{2^4 \cdot 7^2 x_1^{17}}{3^{13}} \dots$$

Аналогичным способом находим уравнение интегрального многообразия  $G_2^\mu$

$$x_1 = \mu \frac{2^0 \cdot 7x_2^2}{3} + \mu^2 \frac{2^2 \cdot 7^4 x_2^4}{3^5} + \mu^3 \frac{2^3 \cdot 7^3 x_2^{12}}{3^9} + \mu^4 \frac{2^4 \cdot 7^2 x_2^{17}}{3^{13}} \dots$$

Из этих уравнений находим нелинейные проекторы

$$P_1(X) = \begin{bmatrix} \mu \frac{7x_2^2}{3} - \mu^2 \frac{98x_1^2 x_2}{3^2} + \mu^3 \frac{343x_1^4}{3^3} + \dots \\ x_2 + \mu \frac{7x_2^2}{3} - \mu^2 \frac{98x_2^2 x_1}{3^2} + \mu^3 \frac{343x_2^4}{3^3} + \dots \end{bmatrix}$$

и

$$P_2(X) = \begin{bmatrix} x_1 - \mu \frac{7x_2^2}{3} + \mu^2 \frac{98x_1^2 x_2}{3^2} - \mu^3 \frac{343x_1^4}{3^3} + \dots \\ -\mu \frac{7x_1^2}{3} + \mu^2 \frac{98x_2^2 x_1}{3^2} - \mu^3 \frac{343x_2^4}{3^3} + \dots \end{bmatrix}$$

Ряды, определяющие нелинейные проекторы  $P_k(X)$  ( $k = 1, 2$ ), сходятся при условии  $\max |x_j| < \frac{1}{32}$  ( $j = 1, 2$ ).

**Литература:**

1. Валеев К.Г., Жаутыков О.А. Бесконечные системы дифференциальных уравнений. – Алма-Ата: Наука, 1974г., с. 416.
2. Лыкова О.Б. Интегральные многообразия нелинейных дифференциальных уравнений в банаховом пространстве. - Тр.V. Междун. конф. по нелинейным колебаниям, т.1. Аналитические методы, - Киев: Изд-во АН УССР, 1970г., с.375-379.
3. Валеев К.Г., Финин Г.С. Построение функций Ляпунова для нелинейных систем дифференциальных уравнений. Рукопись деп. в РФАП АН УССР ИК, 18.09.76, № 4389 Деп.
4. Далецкий Ю.Л., Крейн М.Г. Устойчивость решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве. - М: Наука, 1970г., - 535 с.
5. Садриддинов М.М., Рустамбекова У. Построение проекторов с помощью присоединённой матрицы. Вестник Таджикского национального университета. 1/1(192). СИНО, Душанбе, 2016г., с. 83-88.

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

TJ	RU	EN
Садриддинов Махмади Махмудович,	Садриддинов Махмади Махмудович	Sadriddinov Mahmadi Mahmudovic
Номзади илмҳои физ.-мат., дотсент	Кандидат физ.-мат. наук, доцент	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
mahmadi_1972@yandex.ru		
0000-0003-0344-8524		
TJ	RU	EN
Рустамбекова Умеда Рустамбековна	Рустамбекова Умеда Рустамбековна	Rustambekova Umeda Rustambekovna
Номзади илмҳои физ.-мат.	Кандидат физ.-мат. наук	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi

## ФИЗИКА - PHYSICS

УДК 62.214.4:621.791.05

### КОЭФФИЦИЕНТ АДсорбЦИИ НЕГАШЁНОЙ ИЗВЕСТИ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ 304К ДО 339К ПРИ ЕЁ УВЛАЖНЕНИИ ВОДЯНЫМ ПАРОМ

Зарипов Дж.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье представлены результаты влияния молотой негашёной извести на удобную обрабатываемость и основные свойства переувлажнённых связанных грунтов при укреплении их цементом. Прогресс во многих областях науки, техники и особенно технологии практически невозможен без необходимых достоверных данных, используемых при постановке задач для исследований, проектирования и эксплуатации материалов и жидкостей. К сожалению, до настоящего времени такие сведения весьма скупы даже для элементов, а имеющиеся данные носят разрозненный и часто противоречивый характер. Развитие современной науки и техники предъявляет все возрастающие требования к уровню, качеству и разнообразию адсорбционных свойств материалов.

В связи с этим особое значение приобретает производство, в частности получение, использование, эффективность, адсорбционные свойства порошкообразной гранулированной извести и её продуктов, обладающих низкой механической прочностью, и адсорбционные свойства материалов.

Однако, несмотря на все, задача по решению вопросов получения достоверных данных по адсорбционным свойствам материалов и веществ при повышенных температурах с относительно малой погрешностью, а также около точек фазовых превращений остается нерешенной.

Для уточнения свойств порошковой гранулированной извести и её продуктов из месторождения Чаманзор Яванского района Республики Таджикистан были исследованы адсорбционные характеристики порошковой гранулированной извести и её продуктов при комнатной температуре от 304К до 339К.

*Ключевые слова: температура, влага, время, адсорбция, известняк, увлажнение.*

### КОЭФФИЦИЕНТИ ҚАБАНДАГИИ ОҶАКИ НОШУҚУҒТА ДАР ИНТЕРВАЛИ ҲАРОРАТҲОИ АЗ 304К ТО 339К ҲАНГОМИ НАМНОКШАВИ БО БУҒИ ОБ

Зарипов Ҷ.А.

Дар мақолаи пешниҳодгардида таъсири оҳаки ношуқуфта дар бораи беҳтар ба даст овардани хосиятҳои асосии хушккунии хоҳаҳо ҳангоми мустаҳкамкунӣ дар семент оварда шудааст. Пешрафт дар бисёр соҳаҳои илм, техника ва хусусан технология бе дастовардҳои зарурии боэътимод ҳангоми таҳияи мушкilot барои таҳқиқот, ва истифодаи мавод ва моеъҳо амалан номумкин аст. Мутаассифона, то имрӯз чунин маълумот ҳатто барои чунин маводҳо хеле кам маълумот додасудааст ва аксар вақт бо ҷамғиравӣ муҳлифанд. Рушди илм ва технологияи муосир талаботро барои муайян кардани хосиятҳои адсорбсионии мавод торафт афзоиш медиҳад.

Вобаста ба ин барои ба даст овардани чунин маҳсулотҳо дар истеҳсолоти аҳамияти маҳсусан калон дорад, алаҳусус истеҳсол, истифода, самаранокӣ, хосиятҳои адсорбсионии оҳаки хоҳаии гранулӣ ва маҳсулоти он, ки қувваи механикии паст ва хосиятҳои адсорбсионӣ дорад.

Аммо, бо вучуди ин, мушкilotи ҳалли масъалаҳои ба даст овардасуда яке аз маълумоти боэътимод дар бораи хосиятҳои адсорбсионии маводҳо ва моддаҳо дар ҳарорати баланд бо ҳаттои нисбатан хурд, инчунин дар наздикии нуқтаҳои тағирёбии фазаҳо ҳалли худро наёфтаанд.

Барои муайян кардани хосиятҳои адсорбсионии маҳсулоти оҳаки ношуқуфта аз қони Чаманзори ноҳияи Ёвони Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар ҳарорати ҳона аз 304К то 339К пешкаш карда мешавад.

*Калимаҳои калидӣ: ҳарорат, намӣ, вақт, адсорбтсия, оҳаксанг, намнокӣ*

### COEFFICIENT OF ADSORPTION OF QUICKLIME IN THE TEMPERATURE INTERVAL FROM 304K TO 339K WHEN ITS HUMIDIFICATION WITH WATER VAPOR

Zaripov J.A.

The article presents the results of ground quicklime on the convenient workability and basic properties of waterlogged cohesive soils when they are strengthened with cement. Progress in many areas of science, engineering and especially technology is practically impossible without the necessary reliable data used in setting tasks for research, design and operation of materials and liquids. Unfortunately, until now, such information is very scarce even for elements, and the available data are scattered and often contradictory. The development of modern science and technology imposes ever-increasing demands on the level, quality and diversity of the adsorption properties of materials.

In this regard, the production, in particular, the production, use, efficiency, adsorption properties of powdered granulated lime and its products, which have low mechanical strength, and the adsorption properties of materials, are of particular importance.

To clarify the properties of powder granulated lime and its products from the Chamanzor deposit, Yavan district of the Republic of Tajikistan, the adsorption characteristics of powder granulated lime and its products at room temperature from 304K to 339K were studied.

*Key words: temperature, moisture, time, adsorption, limestone, humidification.*

### Введение

В данной статье приведено экспериментальное исследование и анализ молотой негашеной извести на удобообрабатываемость и основные свойства переувлажненных связанных грунтов. Полученная информация позволяет найти пути улучшения адсорбционных характеристик нуммулитового известняка и определить целесообразность его применения в различных областях отечественной промышленности и строительстве. Наибольшее количество научных работ было найдено с целью последующего сравнения полученного значения водопоглощения по массе нуммулитового известняка с результатами испытаний других исследователей [1,6].

Прогресс во многих областях науки, техники и особенно технологии практически невозможен без необходимых достоверных данных, используемых при постановке задач для исследований, проектирования и эксплуатации материалов и жидкостей. К сожалению, до настоящего времени такие сведения весьма скупы даже для элементов, а имеющиеся данные носят разрозненный и часто противоречивый характер. Развитие современной науки и техники предъявляет все возрастающие требования к уровню, качеству и разнообразию адсорбционных свойств материалов.

В связи с этим особое значение приобретает производство, в частности получение, эффективное использование адсорбционных свойств порошкообразной гранулированной извести и её продуктов, обладающих низкой механической прочностью, и адсорбционные свойства материалов.

Однако, несмотря на все, задача по решению вопросов получения достоверных данных по адсорбционным свойствам материалов и веществ при повышенных температурах с относительно малой погрешностью, а также около точек фазовых превращений, остается нерешенной.

Для уточнения свойств порошковой гранулированной извести и её продуктов из месторождения Чаманзор Яванского района Республики Таджикистан были исследованы адсорбционные характеристики порошковой гранулированной извести и её продуктов при комнатной температуре от 304К до 339К.

Практическое применение таких материалов находят в наружных стенах домов, зданий и др.

Большой вклад в изучение водопоглощения по массе нуммулитовых известняков Крымского полуострова внес С.К. Сухорученко, в работе которого представлено подробное исследование их физико-механических свойств [4]. В силу достаточно малого количества информации о проведенных опытах по определению водопоглощения по массе нуммулитового известняка были найдены источники, содержащие сведения о результатах испытания различных пород известняка в целом, что позволяет осуществить качественное сравнение данных [4,12].

Кроме того, большое внимание было уделено научной литературе, содержащей информацию о способах улучшения показателя водопоглощения известняка в целом различными способами [1,3,5,7,12].

**Экспериментальная установка для измерения коэффициента адсорбции наноматериалов:** Экспериментальная установка в основном состоит из наружного сосуда, внутреннего сосуда с термостатом, устройств для измерения температуры (термопара) электрических нагревателей, капилляров, сетки, металлического стержня для вставки сетки с образцом (объект), тензодатчика, исследуемого объекта, датчиков, преобразующих величину деформации в электрический сигнал, АЦП для аналоговых весов НХ711, персонального компьютера (ПК).

#### Обзорная часть:

Данная установка предназначена для определения коэффициента адсорбции наноматериалов. Разработанное устройство и способ, которые не только студенты могут использовать, но и соискатели, магистры и преподаватели, предназначены для определения коэффициента адсорбции порошкообразных веществ в зависимости от времени при различных температурах.

Для исследования адсорбционных свойств порошковой, гранулированной извести и её продуктов с месторождения села Чаманзор Яванского района Республики Таджикистан первоначально выполнили анализ известняка относительно его состава.

#### Метод исследования:

Для уточнения структуры негашёного известняка применить метод рентгенофазового анализа вещества.

Выполнить анализ результатов рентгенофазового исследования образца (негашёный известняк).

Определить свойства порошковой, гранулированной негашеной извести и её продуктов при температуре от 304К до 339К или уточнить характер изменения теплоотдачи исследуемых образцов.

Для уточнения структуры негашёного известняка сперва был проведен рентгенофазовый анализ.

Результат рентгенофазового анализа представлен в таблице 1.

Таблица 1- Результат рентгенофазового анализа

Formula – формула	Ca С O3
Pdf Number - номер в формате ПДФ	85-1108
Figure of Merit - показатель долей вклада	90%
Total Peaks - всего пиков	19
Peaks Matched - совпадение пиков	18
New Matches - новые совпадения	18
Strong Unmatched - сильные отклонения	0
Peak Shift - пиковый сдвиг	0
Scale Factor - масштаб	0.982304
Concentration - концентрация	1
I / Icorundum- инкорунд	3.39

**Результат:**

Итоговый результат рентгенофазового анализа представлен в виде таблицы 2, ( Peak List - Список пиков. Peak Search Settings-Настройка поиска пиков)

Таблица 2-Результат рентгенофазового анализа

Confidence Threshold - уверенность	90%
Matched / Total - совпадение/всего	17 / 19

Таблица 3-Развернутый результат рентгенофазового анализа образца

2-Theta – тета, (θ) Градус	D-Spacin– интервал,d,Å <sup>0</sup>	Intensity – интенсивность, М*А*С	Width– ширина,Å <sup>0</sup>	Confidence– уверенность,%	Matches– соответствия
23.084	3.8497	166	0.148	100%	A
26.544	3.3552	21	0.161	99.7%	
29.452	3.0303	1451	0.140	100%	A
31.487	2.8389	36	0.163	100%	A
36.030	2.4907	239	0.145	100%	A
39.481	2.2805	310	0.146	100%	A
43.237	2.0907	274	0.153	100%	A
46.585	1.9480	12	0.133	92.3%	
47.165	1.9254	90	0.152	100%	A
47.603	1.9087	259	0.151	100%	A
48.597	1.8719	294	0.156	100%	A
56.661	1.6232	63	0.156	100%	A
57.502	1.6014	143	0.170	100%	A
58.159	1.5849	17	0.139	99.4%	A
60.757	1.5232	83	0.154	100%	A
61.477	1.5070	27	0.146	99.9%	A
63.141	1.4713	31	0.147	100%	A
64.782	1.4379	83	0.182	100%	A
65.728	1.4195	34	0.173	100%	A

В таблице 3. представлены результаты рентгенофазового анализа, по которым видно, что наиболее всего совпадений зафиксировано с элементом (A), который соответствует пикам, изображенным на рисунке 1. В таблице 2 показан результат в виде (Matched / Total-17/19), что означает 17 совпадений с известным элементом и 2 с неизвестными, который подтверждается развернутым вариантом анализа, представленного в виде таблицы 3. В данной таблице представлено процентное соответствие выявленного и невыявленного вещества в составе исследуемого образца.

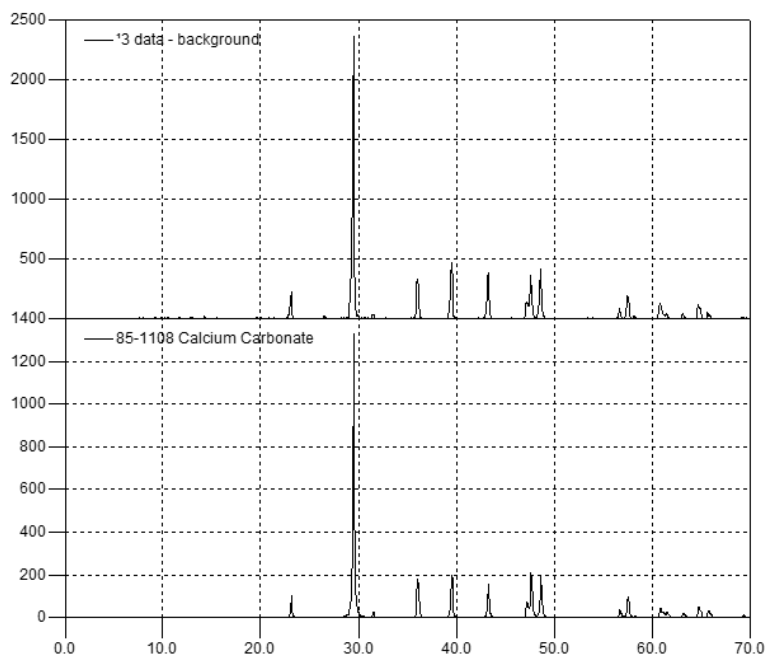


Рисунок 1- Результат рентгенофазового анализа исследуемого образца

Для исследования адсорбционных свойств равновесного состояния материалов в выбранном интервале (304К-339К) мы воспользовались собранной нами и автоматизированной установкой, основанной на кинетическом методе. Для выполнения данной задачи необходимо было уточнить влияние паров воды на изменение адсорбции нанокompозитов известняка [5,6,8,9,10,11].

**Обсуждения:**

В настоящей статье представлено обсуждение результатов экспериментов с образцом (0,4г. извести) при температуре воды 304К-339К (таблица 5).

Определен коэффициент адсорбции 0,4г. негашёной массы извести от времени увлажнения. Таблица 4-Результаты экспериментальных исследований коэффициента адсорбции 0,4г. негашёной массы образцов.

t <sub>а</sub> (минут)	T, (К)							
	304К	309К	314К	319К	324К	329К	334К	339К
1	3,064	3,118	3,148	3,197	3,249	3,291	3,311	3,331
2	3,078	3,119	3,156	3,203	3,254	3,293	3,313	3,333
3	3,088	3,121	3,164	3,214	3,263	3,297	3,315	3,335
4	3,095	3,122	3,169	3,219	3,269	3,299	3,319	3,336
5	3,1	3,123	3,175	3,224	3,275	3,301	3,321	3,337
6	3,111	3,129	3,181	3,229	3,278	3,303	3,322	3,338
7	3,113	3,134	3,185	3,233	3,283	3,306	3,324	3,338
8	3,115	3,136	3,192	3,235	3,285	3,307	3,327	3,339
9	3,117	3,138	3,193	3,237	3,287	3,309	3,329	3,339
10	3,117	3,138	3,193	3,237	3,287	3,309	3,329	3,339

Адсорбционные свойства порошковой, гранулированной негашеной извести и её продуктов при температуре от 304К до 339К, т.е. характер изменения теплоотдачи исследуемого образца представлен на рисунке 2.



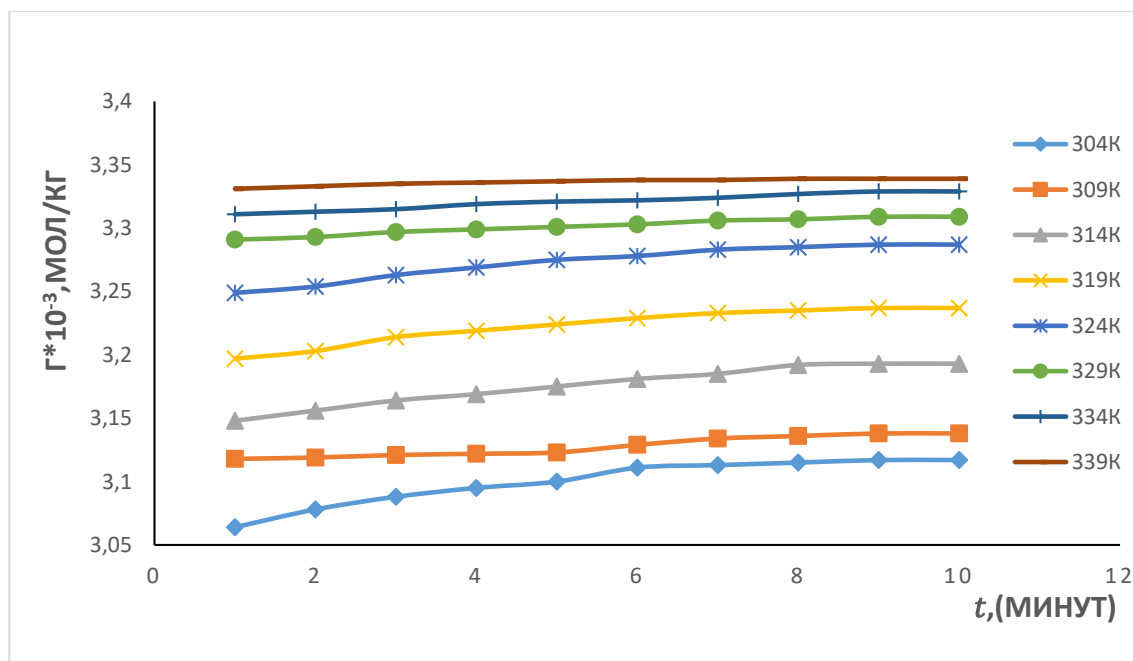


Рисунок 2- Зависимость коэффициента адсорбции 0,4г. негашёной массы извести от времени увлажнения [9, 10].

Для обработки экспериментальных данных необходимо фиксировать изменение времени и температуры опыта для системы пар и порошок. Зависимость относительного коэффициента адсорбции порошка от относительного времени увлажнения при комнатной температуре приведена на рисунке 3.

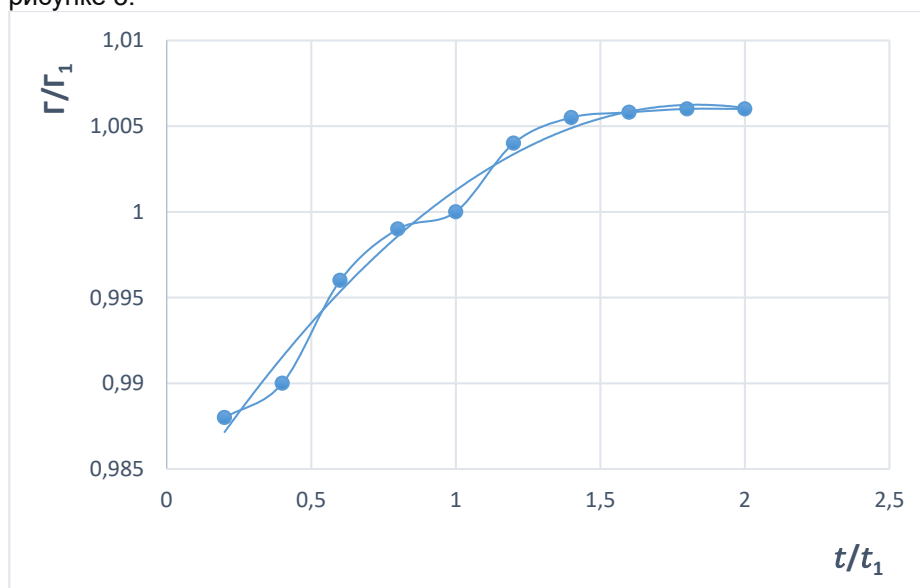


Рисунок 3- Зависимость относительного коэффициента адсорбции порошка (Γ/Γ1), (0,4гр – негашёного известняка) от относительного времени увлажнения (t/t1).

Для получения эмпирического уравнения необходимо провести соответствующую кривую (рисунок 3), которая описывается уравнением

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_1} = -0.0044\left(\frac{t}{t_1}\right)^2 + 0.0171\left(\frac{t}{t_1}\right) + 0.988 \quad (1)$$

Увеличение массы порошка известняка по истечении 5 минут зависит от соответствующего роста максимальной температуры. Результаты экспериментов были проанализированы в зависимости от (Γ1) известняка и функциональной зависимости f(T) порошка (таблица 5).

Таблица 5- Зависимости от (Γ1) известняка и функциональной зависимости f(T) порошка

Т,К	304 К	309К	314К	319К	324К	329К	334К	339К
Γ1*10 <sup>-3</sup> мол/кг	3,1	3,123	3,175	3,224	3,275	3,301	3,321	3,337

Для обработки и обобщения экспериментальных данных использована функциональная зависимость (2), выполнимость которой представлена на рисунке 4 [11,12].

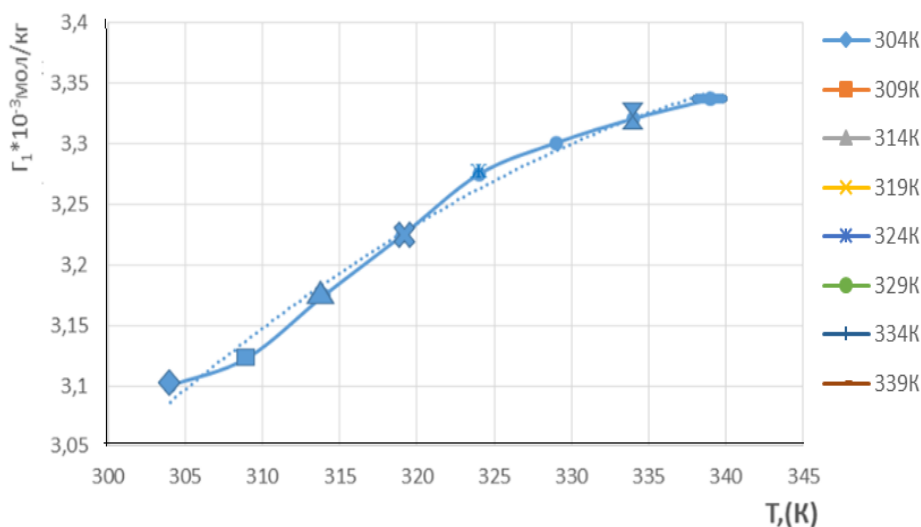


Рисунок 4- Зависимость Г<sub>1</sub> от температуры T,(K) для порошка (0,4г.-известняка)

Как видно из рисунка 4, продолжительность увлажнения массы объекта зависит и от количества вырабатываемого пара.

$$Г_1 = (-0,0001T^2 + 0,0716T - 9,4472) * 10^{-3}, \text{ мол/кг} \quad (2)$$

Из уравнения (1) с учетом выражения (2) получим

$$Г = \left[ \left( -0,0044 \left( \frac{t}{t_1} \right)^2 + 0,0171 \left( \frac{t}{t_1} \right) + 0,988 \right) * (-0,0001T^2 + 0,0716T - 9,4472) \right] \times 10^{-3}, \text{ мол/г} \quad (3)$$

Проведенные оценки показывают, что выражение (1) с учетом (2) позволяет с доверительной вероятностью 95% определить коэффициент адсорбции исследованного образца известняка при различных температурах с погрешностью менее 1%.

#### Выводы:

1. Получены экспериментальные данные по коэффициенту абсорбции в зависимости от массы при различных температурах в пределах от 304 до 339К.
2. Установлено, что адсорбенты обладают чрезвычайно развитой поверхностью, что достигается за счет образования большого количества пара в твердом теле.
3. Проведенные оценки показывают, что выражение (3) позволяет с доверительной вероятностью 95% определить коэффициент абсорбции исследованной извести при различных температурах с погрешностью менее 1%.

#### Литература:

1. Буркитбаев М.М., Массалимов Б.И., Массалимов И.А., Уракаев Ф.Х., Уралбеков Б.М., Чуйкин А.Е. / Улучшение эксплуатационных материалов из известняка-ракушечника, пропитанного полисульфидными растворами. Нанотехнологии в строительстве. 2017.Т.9.№3.С.66-80.
2. Гусев, А. И. / Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – 2-е изд., испр. – Москва: Физматлит, 2009. – 416 с.
3. Гогонин И.И., Григорьева Н.И., Потатуркина Л.В., Сосунов В.И. / Локальный теплообмен при конденсации пара на пакете труб. Расчет и конструирование энергооборудования с конденсацией пара. Ленинград, 1990, С.27-46.
4. Сухорученко С.К., / Денудационные процессы нуммулитового известняка центральной части Крымских пород в районе г. Симферополя. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. 2010.Т.23 (62).№.1.С.78.
5. Кутателадзе О.С., Гогонин И.И., Григорьева Н.И. / Анализ теоретических и экспериментальных результатов по теплообмену при пленочной конденсации неподвижного пара на вертикальной поверхности. Кипение и конденсация. Рига, 1984, С.97-108.
6. Дайлс Ч., Инграм., Клни Д., Ликлема Я. И др. Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел. М.: “Мир”, 1987.
7. Лукин А.Ю., Лукина В.А., В.В. Михин., / Пискунов М.В. Возможность использования месторождений известняка в дорожных конструкциях. Электронный научный журнал.2016. №2(5), С.4-15.
8. Накоряков В.Е., Григорьева Н.И. / Точное решение задачи о совместном тепломассопереносе при пленочной абсорбции. ИФЖ, 1977, т.33, N5, С.893-896.

9. Орехов И.И., Тимофеевский Л.С., Караван С.В. / "Абсорбционные преобразователи теплоты", Химия, Ленинград, 1989. С.90-110.

10. Сафаров М.М., Назримадов Д.А., Мирзомамадов А.Г., Абдуназаров С.С., / Связи между теплопроводностью и коэффициентом адсорбции кобальтовых катализаторов на основе пористого оксида алюминия в гранулированной форме в среде электролитов. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2019. № 4. С. 120-127.

11. Сафаров М.М., Зарипова М.А., Назруллоев А.С., / Таъсири зарраҳои наноструктурӣ ба тағирёбии ҳосиятҳои термодинамикӣ ва адсорбсия дар ҳати намӣ. Тезисҳои симпозиуми 10-уми умумирусиягӣ бо иштироки байналмилалӣ. Институти физика ва технологияи Иофф, РАС-Петербург, 2015.-С.42.

12. Егоров И.В. Укрепление переувлажненных связанных грунтов молотой негашенной известью // Труды совещания по закреплению и уплотнению грунтов. Киев: Изд-во АС и А УССР, 1962.

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

TJ	RU	EN
Зарипов Чамшед Абдусаломович	Зарипов Джамшед Абдусаломович	Zaripov Jamshed Abdusalomovich
Номзади илмҳои техники	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
<a href="mailto:jz-1972@mail.ru">jz-1972@mail.ru</a>		

УДК 621.373.826.038.823

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЦ СУЩЕСТВОВАНИЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОДОЛЬНЫХ МОД ЛАЗЕРА С НЕЛИНЕЙНЫМ ПОГЛОТИТЕЛЕМ В РЕЗОНАТОРЕ

Гафуров Х.

Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова

В настоящей работе приводятся результаты численных расчетов зависимости области существования режима пассивной синхронизации продольных мод непрерывного лазера с кольцевым резонатором от величин поглощения и усиления. Исследовано влияние соотношения оптических сечений на верхнюю границу режима синхронизации мод, где достигаются высокие энергетические параметры лазера. Предложена технология выбора компонент и конструкция лазеров с синхронизацией продольных мод нелинейным поглотителем.

**Ключевые слова:** лазер, импульс, поглотитель, оптическое сечение, синхронизация, продольные моды.

## ТАДҚИҚИ МАРЗҲОИ МАВҶУДИЯТИ СИНХРОНИЗАТСИЯИ МОДҲОИ ТҶҲИИ ЛАЗЕР БО ФУРҶУБАРАНДАИ ҒАЙРИХАТТӢ ДАР РЕЗОНАТОР

Гафуров Ҳ.

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои ҳисоби рақамии вобастагии майдони мавҷудияти речаи синхронизатсияи ғайрифаболои модҳои тӯлии лазери бефосила бо резонатори ҳалқагӣ аз бузургиҳои фурӯбарӣ ва тақвият оварда шудааст. Таъсири таносуби бурришҳои оптикӣ ба марзи болоии речаи синхронизатсияи модҳо, ки ҳангоми он тавсифҳои беҳтарини энергетикӣ дастрас мешаванд тадқиқ шудааст. Технологияи интиҳоби қисмҳо ва сохти таркибии лазер бо синхронизатсияи модҳо тавассути фурӯбарандаи ғайрихаттӣ пешниҳод карда мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** лазер, импулс, фурӯбаранда, бурриши оптикӣ, синхронизатсия, модҳои тӯлӣ.

## INVESTIGATION OF THE EXISTENCE LIMITS OF LONGITUDINAL MODE LOCKING OF LASER WITH NONLINEAR ABSORBER IN CAVITY

Ghafurov H.

In this paper, we present the results of numerical calculations the dependence of the region of existence of the passive mode locking of the longitudinal modes of a cw laser with a ring resonator on the values of absorption and gain. The effect of the ratio of optical cross sections on the upper limit of the mode-locking regime, where high energy parameters of the laser are achieved, is studied. Proposed a technology for selecting components and designing lasers with longitudinal mode locking by a nonlinear absorber.

**Keywords:** laser, pulse, absorber, optical cross section, synchronization, longitudinal modes.

### Введение

Лазеры непрерывного действия с синхронизацией продольных мод являются источником периодической последовательности сверхкоротких световых импульсов. Важным показателем такого режима работы лазера является высокая стабильность временных характеристик, позволяющих их широкое применение в системах связи для передачи, хранения и обработки информации. Следует также отметить достижение предельно короткой длительности световых импульсов при использовании насыщающегося поглотителя в резонаторе непрерывного лазера [1]. Несмотря на это ведутся интенсивные исследования временных и энергетических характеристик лазеров с синхронизацией продольных мод для применения все новых и новых задач науки, техники и технологии. Анализ результатов многих теоретических и экспериментальных исследований показал, что имеются определенные критерии управления как временными, так и энергетическими характеристиками световых импульсов каждого типа лазера в этом режиме. Одним из таких критериев является область существования режима синхронизации мод в зависимости от величины ненасыщенного поглощения и усиления. С этой целью в данной работе были проведены численные расчеты зависимости области существования и длительности световых импульсов на границах этих областей от величины начального поглощения.

**Материалы и методы.** Теория лазера в режиме пассивной синхронизации продольных мод разработана несколькими авторами [2,3], среди которых наиболее практичной является схема кольцевого резонатора [4] поскольку обеспечивает наиболее эффективную и стабильную работу. Решение дифференциальных уравнений в аналитическом виде, полученных в данной работе для предположения формы огибающего импульса

$$A(t) = \sqrt{\frac{\varepsilon}{2\sigma^a \tau}} * \frac{1}{\text{ch}(t/\tau)} \quad (1),$$

имеет следующий вид:

для длительности импульса, умноженного на полосу пропускания внутрирезонаторного спектрального фильтра

$$\tau = \sqrt{\frac{2}{5 \cdot q_0}} * \frac{4}{m \cdot \varepsilon} \quad (2)$$

и его энергии

$$\varepsilon = \frac{3 \cdot m \cdot q_0 - g_0(1+2 \cdot \Delta)}{\left(\frac{15}{2}\right) \cdot m^2 \cdot q_0} + \sqrt{\left(\frac{3 \cdot m \cdot q_0 - g_0(1+2 \cdot \Delta)}{\left(\frac{15}{2}\right) \cdot m^2 \cdot q_0}\right)^2 + \frac{g_0 - q_0 - k_0}{\left(\frac{15}{8}\right) \cdot m^2 \cdot q_0}} \quad (3)$$

где

$\Delta = \left(\exp\left(\frac{L}{2 \cdot T_a}\right) - 1\right)^{-1}$ , L - длина резонатора,  $T_a$  – время восстановления поглотителя,  $g_0$  – ненасыщенный коэффициент усиления,  $q_0$  - ненасыщенный коэффициент поглощения,  $k_0$  – коэффициент линейных потерь резонатора,  $m = \sigma^a / \sigma^b$  – отношение сечений оптических переходов усилителя -  $\sigma^a$  и поглотителя -  $\sigma^b$ .

Известно, что в лазерной системе с насыщающимся поглотителем внутри резонатора, прежде всего, нужно создать условие превышения коэффициента усиления над коэффициентами поглощения и линейных потерь.

$$g = g_0 - q_0 - k_0 \geq 0 \quad (4)$$

С другой стороны, в режиме синхронизации продольных мод излучение лазера должно состоять из периодической последовательности световых импульсов, и между ними не должно быть дополнительных импульсов. Для этого общее усиление лазера до прихода импульса –  $g_i$  и после него –  $g_f$  должно быть отрицательным, которое записывается в виде следующих неравенств:

$$g_i = g_0 - q_0 - k_0 - g_0 \cdot \Delta \cdot \varepsilon \leq 0 \quad (5)$$

$$g_f = g_0 - q_0 - k_0 + \varepsilon \cdot [3 \cdot m \cdot q_0 - g_0 \cdot (1 - \Delta)] - 5 \cdot \varepsilon^2 \cdot m^2 \cdot q_0 \leq 0 \quad (6)$$

Таким образом, (4) является условием порога генерации, (5) условием нижней границы и (6) условием верхней границы области существования режима синхронизации продольных мод. При соблюдении (5) генерация обеспечивается наименьшим значением коэффициента усиления для заданного поглощения, и излучение лазера состоит из периодической последовательности световых импульсов. Однако при условии (6) достигается максимальное значение коэффициента усиления для заданного поглощения, когда излучение лазера все еще состоит из периодической последовательности световых импульсов. Нарушение этого условия путем дальнейшего увеличения усиления приводит к энергетической возможности появления дополнительных световых импульсов на периоде. Поэтому условия (5) и (6) определяют нижнюю и верхнюю границу области существования режима синхронизации мод при наличии насыщающегося поглотителя внутри резонатора лазера.

На практике для управления режима работы лазера с синхронизацией продольных мод используют выбор значения ненасыщенных коэффициентов усиления –  $g_0$ , поглощения –  $q_0$  и линейных потерь –  $k_0$ . Эти параметры, которые поддаются измерениям или предварительным вычислениям на практике. В связи с этим их используют как основные параметры и для теоретических исследований, чтобы получить возможность качественного или количественного сравнения результатов измерений. Важное практическое значение имеет параметр  $m$ , определенный как отношение оптических сечений переходов поглотителя и усилителя. Следует помнить, что мы на самом деле имеем дело с оптическими взаимодействиями электромагнитного поля со средой поглотителя и усилителя. Поэтому, кроме параметра  $m$ , нужно учитывать величину электромагнитного поля внутри объема поглотителя и усилителя, определяемую как вектор Умова-Пойнтинга. Для практических схем лазеров, имеющих геометрические размеры резонатора (поперечные сечения оптических пучков внутри усилителя –  $A_a$  и поглотителя –  $A_b$ ), протяженный поглотитель и усилитель (протяженность усилителя –  $L_a$  и поглотителя –  $L_b$ ) объем взаимодействия электромагнитной волны со средой составляют в усилителе -  $L_a \cdot A_a$ , а в поглотителе -  $L_b \cdot A_b$ . Поэтому на практике мы имеем более сложную конфигурацию параметра  $m$ , которую можно выразить следующим образом:

$$S = \frac{w_b}{w_a} * \frac{1}{m} = \frac{\frac{W_b}{L_b \cdot A_b}}{\frac{W_a}{L_a \cdot A_a}} * \frac{1}{m} = \frac{W_b \cdot L_a \cdot A_a}{W_a \cdot L_b \cdot A_b} * \frac{1}{m} \quad (7)$$

Эта формула используется разными авторами в более упрощенной форме, к которым можно прийти с определенными приближениями. В частности, если предположить, что длина поглотителя

и усилителя одинаковая, или они являются смесью веществ с разными свойствами, то получим следующую формулу:

$$S = \frac{W_b \cdot A_a}{W_a \cdot A_b} * \frac{1}{m} \quad (8)$$

Далее, можно предположить, что вся энергия электромагнитного поля сосредоточена в пределах короткой длительности светового импульса, и мы имеем суперпозицию продольных мод лазера, то энергии поля внутри усилителя и поглотителя можно считать одинаковыми  $W_a \approx W_b$ , на основании которых можно было бы написать:

$$S = \frac{A_a}{A_b} * \frac{1}{m}$$

Однако существует еще одно очень важное условие, которое определяется конфигурацией резонатора лазера. Это взаимное местоположение усилителя и поглотителя внутри резонатора, поскольку период генерируемых импульсов очень сильно зависит от этого [5]. Могут формироваться один или несколько импульсов на периоде обхода резонатора лазера. Наиболее устойчивыми являются условия, когда световые импульсы встречаются («сталкиваются») в поглотителе и по отдельности проходят усилитель. На основе этих данных практических работ можно предположить, что реализуется условие  $W_a \approx \alpha * W_b$ , и реально мы имеем случай, когда можно написать параметр  $S$  в следующем виде:

$$S = \alpha * \frac{A_a}{A_b} * \frac{1}{m} = \alpha * \frac{A_a}{A_b} * \frac{\sigma^b}{\sigma^a} > 1 \quad (9)$$

Приведенное условие (9) является критерием достижения режима синхронизации мод в лазерах с насыщающимся поглотителем внутри резонатора. Значение параметра  $\alpha$  может быть в пределах от 1 до 2.

Экспериментальное подтверждение этого условия было подтверждено в результатах наших исследований аргонового лазера [5] и лазера на красителе [6], согласно которым доказано существование критерия выбора оптических сечений поглотителя для заданного усилителя в виде следующего неравенства

$$\frac{\sigma^b}{\sigma^a} > 1$$

Видно, что это условие соответствует формуле (9), когда размеры геометрических сечений пучков в усилителе и поглотителе одинаковы  $A_a = A_b$  и  $\alpha = 1$ . Это действительно так, поскольку в нашем эксперименте была использована одна струя раствора с усиливающей и поглощающей средой, а одинаковые условия взаимодействия для каждого светового импульса соответствуют выполнению  $\alpha = 1$ . Важно отметить, что условие (9) указывает на возможность влияния достаточно многих параметров лазерной системы на достижение режима синхронизации мод с насыщающимся поглотителем. Для создания условия синхронизации продольных мод, кроме выбора оптических параметров, можно выбрать геометрию и конфигурацию резонатора лазера.

**Результаты и обсуждения.** Для вычисления параметров лазера в режиме синхронизации продольных мод мы решаем уравнения (2) и (3) с соблюдением условий (5) и (6). С целью определения границ области существования синхронизации продольных мод лазера с насыщающимся поглотителем в резонаторе полученные результаты расчетов представлены в виде графиков на Рис.1. Зависимость построена в плоскости значений усиления –  $g_0$  и поглощения –  $q_0$ . Сплошная прямая линия соответствует границе порога генерации лазера, когда общее усиление лазерной системы равно нулю  $g = 0$  или  $g_0 = q_0 + k_0$ .

В приведенных расчетах значение параметра  $m = 4$  и это является важным требованием, поскольку определяет необходимое условие существования режима синхронизации мод. Полученные данные подтверждают, что для заданного значения поглощения –  $q_0$  и линейных потерь –  $k_0$  существуют минимальное и максимальное значения усиления -  $g_0$ , определяемые по условиям (5) и (6) (где нужно принять  $g_f = 0$  и  $g_i = 0$ ), определяющие нижний и верхний границы области существования генерации лазера в режиме синхронизации продольных мод.

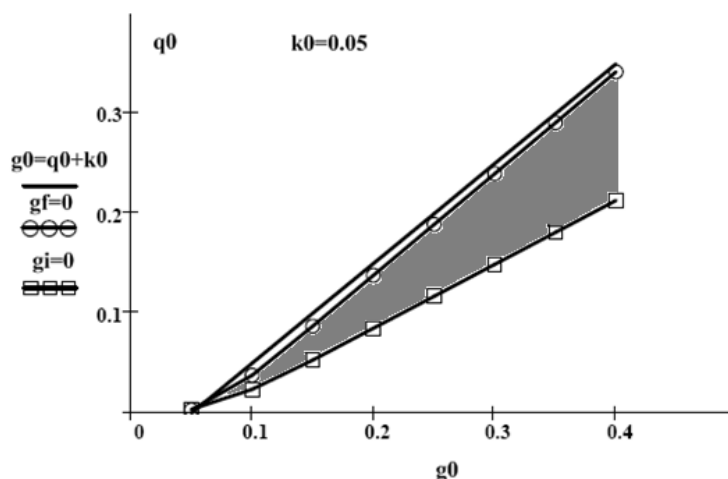


Рисунок 1 - Область существования режима синхронизации продольных мод лазера в зависимости от значений усиления –  $g_0$ , поглощения –  $q_0$  и линейных потерь –  $k_0$ .

Результаты проведенных расчетов зависимости длительности световых импульсов от величины усиления -  $g_0$  для заданных значений поглощения -  $q_0$  и потерь –  $k_0$  с целью определения условия их минимума приведены на Рис.2 , где имеются две кривые, полученные для нижней -  $g_f = 0$  и верхней -  $g_i = 0$  границы области существования режима синхронизации продольных мод. Вторая кривая проходит ниже, что означает достижение более коротких длительностей световых импульсов. Для всех значений, которые находятся в пределах двух кривых, выполняются условия существования периодической последовательности одиночных световых импульсов [7], что означает режим синхронизации продольных мод. Поэтому она называется областью существования режима синхронизации продольных мод, и на рисунке она залита серым цветом.

Обе кривые имеют общую тенденцию выхода на некоторое насыщение, где дальнейшее увеличение усиления и поглощения мало укорачивают длительность световых импульсов. Это, скорее всего, ограничение, связанное с полосой пропускания внутрирезонаторного спектрального фильтра и носит закономерный характер, объясняющий достижение предельного количества синхронизованных продольных мод, размещаемых в пределах данной полосы. Аналогичные зависимости наблюдаются в реальных лазерных системах, где предельная длительность световых импульсов ограничивается спектральной шириной излучения. Следует отметить этот факт, как подтверждение близости теоретической модели к реально действующей лазерной системе.

Таким образом, мы приходим к выводу, что результаты численных расчетов адекватно определяют условия выбора нужного параметра в режиме синхронизации продольных мод лазера с насыщающимся поглотителем внутри резонатора. Определим влияние параметра  $m$  на условия режима синхронизации продольных мод и в зависимости от его характера, сформулируем выводы относительно выбора геометрических параметров резонатора лазера согласно (9).

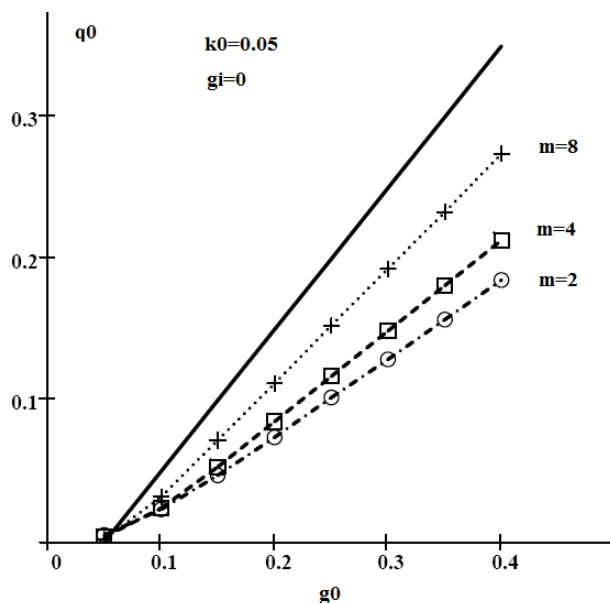


Рисунок 2 - Зависимость верхней границы области синхронизации мод от параметра  $m = \sigma^a / \sigma^b$ .

На основе проведенных расчетов можно отметить, что рост значения параметра  $m$  приводит к понижению верхней границы режима синхронизации мод. Понижение верхней границы, в первую очередь, означает достижение меньших энергетических значений. Результаты расчета указывают на то, что эффективность режима синхронизации мод понижается, если использовать среду насыщающегося поглотителя с меньшим значением сечения оптического перехода -  $\sigma^b$  по сравнению со значением сечения оптического перехода усилителя -  $\sigma^a$ . Однако это не препятствует использованию такого рода поглотителя, поскольку согласно формуле (9) этот недостаток легко можно устранить выбором соотношения геометрических размеров резонатора.

**Выводы:**

Таким образом, можно предложить следующую последовательность выбора компонент и конструкцию лазеров с синхронизацией продольных мод насыщающимся поглотителем для обеспечения условия (9). Выбор поглотителя для спектрального диапазона активной среды лазера. Выбор зеркал резонатора для получения сечений пучков, выполняющих условие (9). Выбор местоположения усилителя и поглотителя для максимального значения параметра  $\alpha$  в формуле (9).

**Литература**

- 1.Крюков П.Г. Непрерывные фемтосекундные лазеры// Успехи физических наук. 2013. Т.183. №9. С.897-916.
- 2.Haus H.A. Theory of mode locking with fast saturable absorber// Journal of Applied Physics. 1975.vol 46. №7. P.3049-3058.
- 3.Martinez O.E., Fork R.L., Gardon J.P. Theory of passive mode-locked lasers for case of a nonlinear complex-propagation coefficient// J. Opt. Soc. of Am. 1985. vol.2 №5. P.753-760.
- 4.Kuhlke D., Rudolph W., Wilhelmi B. Influence of transient absorber gratings on the pulse parameters of passively mode-locked cw dye ring lasers// Appl.Phys.Letters. 1983.vol. 42(4). №15. P. 325-327.
- 5.Гафуров Х.Г., Криндач Д.П., Яковлев А.Г. Стационарная пассивная синхронизация мод  $A_+$  лазера.// Квантовая электроника. 1985. Т.12. № 7. С.1503-1510.
- 6.Гафуров Х.Г., Криндач Д.П., Нехаенко В.А., Яковлев А.Г. Повышение стабильности непрерывного лазера на красителе с синхронным возбуждением при введении нелинейного поглотителя.// Квантовая электроника. 1985. Т.12. № 6. С.1279-1282.
- 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 ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR**

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



## МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ И КОНФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ДНК НА ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

Хусензода М.А.

Таджикский технический университет им. М.С.Осими, Таджикистан.

Данная работа направлена на комплексное изучение процессов иммобилизации и конформации ДНК на поверхности диоксида циркония ( $ZrO_2$ ). Наночастицы и наноразмерные пленки ДНК+ $ZrO_2$  исследованы методами молекулярной динамики (МД). С использованием гибридного потенциала классической и квантовой химии МД для сольватированной воды ДНК было смоделировано поверхностное взаимодействие ДНК+ $ZrO_2$ . Мы создали серию МД-моделей, тем самым смоделировав другой сценарий ДНК с возможными модификациями заряда. Модификация заряда ДНК была введена в центральную область ДНК через два ее атома фосфора, Pa и Pb, и для нескольких наборов МД-моделей релаксированных структур ДНК, мы оценили позиционные изменения расстояния  $D[ДНК(Pa, Pb) - ZrO_2(O)]$  между атомами фосфора (Pa,Pb) и выбранными атомами кислорода поверхности  $ZrO_2$ . Работа направлена на разработку функциональных гетеропереходов типа биологическая молекула – широко-зонный диэлектрик. Эти гетеропереходы предназначены для использования в области молекулярной электроники, в частности для создания биочипов, массивов памяти и компьютерных архитектур будущего.

**Ключевые слова:** Иммобилизация, молекула, ДНК, диэлектрик, молекулярная электроника, нанотехнология, молекулярно-динамическое моделирование, конформация, электрическое поле.

## ОМЎЗИШИ РАФТОРИ КОНФОРМАЦИЯВИИ ДНК-И РАДИАЦИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ДНК НА ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ БО МЕТОДИ ДИНАМИКАИ МОЛЕКУЛАВЌИ.

Хусензода М.А.

Кори мазкур барои омӯзиши ҳамаҷонибаи равандрои иммобилизатсия ва конформатсияи ДНК дар сатҳи диоксидаи цирконий ( $ZrO_2$ ) пешниҳод карда шудааст. Нанозарраҳо ва плёнкаи наноандозагии ДНК+ $ZrO_2$  бо усули динамикаи молекулави (ДМ) омӯхта шудаанд. Бо истифода аз потенциали гибридии химии классикӣ ва квантӣ ДМ барои ДНК ва оби ҳалшаванда, таъсири мутақобилаи сатҳи ДНК +  $ZrO_2$  тақлил карда шудааст. Дар ин кор як қатор моделҳои ДМ-ро сохтаем ва ҳамин тавр барномаи дигари ДНК-ро бо тағироти эҳтимолии заряд пешниҳод намудаем. Тағироти заряди ДНК ба минтақаи марказии ДНК тавассути ду атоми фосфори он Pa ва Pb ворид карда шуда ва барои якҷанд маҷмӯи моделҳои ДМ сохторҳои осудаи ДНК, мо тағироти мавқеиро дар масофаи  $D[ДНК(Pa, Pb) - ZrO_2(O)]$  байни атомҳои фосфор (Pa,Pb) ва атомҳои оксигени интиҳобшудаи сатҳи  $ZrO_2$  ҳисоб кардем. Маводи мазкур ба қор карда баромадани гетеро- пайвандҳои функционалии типии диэлектрикии молекулави биологӣ пешниҳод шудааст. Ин гетеропайвандҳо барои истифода дар соҳаи электроникаи молекулави, аз ҷумла, барои эҷоди биочипҳо, массивҳои хотира ва архитектураи компютери оянда пешбинӣ шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** Иммобилизатсия, молекула, ДНК, диэлектрикҳо, электроникаи молекулави, нанотехнология, моделсозии динамикаи молекулави, конформатсия, майдони электрикӣ.

## STUDY OF CONFORMATIONAL BEHAVIOR OF IRRADIATED DNA ON ZIRCONIA SURFACE BY MOLECULAR DYNAMICS METHOD.

Husenzoda M.A

This work is presented for a comprehensive study of DNA immobilization and conformation processes on the zirconium dioxide ( $ZrO_2$ ) surface. Nanoparticles and nanosized films of DNA+ $ZrO_2$  were studied by molecular dynamics (MD) method. Using the hybrid potential of classical and quantum MD chemistry for DNA and soluble water, the interaction between the DNA +  $ZrO_2$  surface was simulated. In this work, we have built a series of MD models and thus presented another program of DNA with potential charge changes. DNA charge changes are introduced into the central region of DNA through its two phosphorus atoms, Pa and Pb, and for several sets of DM models of relaxed DNA structures, we find positional changes in the  $D[DNA(Pa, Pb) - ZrO_2(O)]$  distance between phosphorus atoms. (Pa,Pb) and selected oxygen atoms of the  $ZrO_2$  surface were calculated. This material is proposed for the development of functional heterojunctions of the dielectric molecular biological type. These heterojunctions are intended for use in the field of molecular electronics, including for the creation of biochips, memory arrays and future computer architectures.

**Keywords:** Immobilization, molecule, DNA, dielectric, molecular electronics, nanotechnology, molecular dynamics modeling, conformation, electric field..

### Введение

Междисциплинарные исследования в области нанотехнологий имеют прорывной потенциал, и основные надежды нанотехнологий связаны с новыми эффектами на стыке физики химии и биологии. В настоящее время бурно развивается нанобиоэлектроника. Сочетание биомолекул с твердыми наночастицами порождает новый класс материалов, в первую очередь для новых электронных сенсорных и оптических систем, становятся реальными перспективы развития молекулярной электроники, создания биочипов, массивов памяти и компьютерных архитектур будущего[1-2]. Молекулы ДНК обладают хорошей электропроводностью, способны хранить и передавать путем копирования терабайты информации, самовоспроизводятся и перемещаясь в электрическом поле, поэтому чрезвычайно интересны в качестве функционального элемента

биоэлектронных устройств [3-5]. Диоксид циркония является перспективным материалом в качестве адсорбера молекул ДНК благодаря хорошей биосовместимости и высокой диэлектрической проницаемости ( $\epsilon = 25$ ). При этом вопросы взаимодействия с этим материалом молекул ДНК до сих пор не изучены [5-8]. Целью данной работы является получение биологически модифицированных структур путем иммобилизации молекул ДНК на поверхности биосовместимых кристаллов, экспериментальное и теоретическое исследование фундаментальных механизмов физико-химического взаимодействия и динамики молекул ДНК на границах раздела с твердыми основаниями под действием влияния внешних электрических полей и потоков излучения. В задачи работы входят: моделирование радиационно-индуцированных конформаций ДНК на поверхности диоксида циркония методом МД [8-12].

**Методическая часть.** Для тройной системы ДНК+вода+поверхность ZrO<sub>2</sub> все межатомные взаимодействия описываются стандартными молекулярно-механическими потенциалами в виде суммы двух-, трех- и четырехатомных членов. Все атомные взаимодействия включают гармонические связи, углы, неправильные кручения и двугранные углы. Дальние взаимодействия включают потенциалы Леннарда-Джонса Ван-дер-Ваальса и электростатические потенциалы между частичными зарядами на основе атомов (Brooks et al., 1983):

$$U(r) = U_b + U_\theta + U_\varphi + U_\omega + U_{LJ} + U_{el} + U_{hHB} + \dots$$

Здесь потенциал валентной длины,  $U_b = \frac{1}{2} \sum_b K_b (r - b_0)^2$

Потенциал валентного угла,  $U_\theta = \frac{1}{2} \sum_\theta K_\theta (\theta - \theta_0)^2$

Торсионный двугранный потенциал,  $U_\varphi = \frac{1}{2} \sum_\varphi K_\varphi [\cos(n\varphi - \delta) + 1]$

Взаимодействие Ван-дер-Ваальса и потенциалы водородных связей являются Леннард-Джонсовскими. (LJ; 12-6) или (12-10) типов,

$$U_{LJ} = \sum_{i,j} \left[ \frac{A}{r_{ij}^{12}} - \frac{B}{r_{ij}^6} \right] \quad \text{и} \quad U_{HB} = \sum_{i,j} \left[ \frac{A'}{r_{ij}^{12}} - \frac{B'}{r_{ij}^{10}} \right]$$

Электростатический потенциал:  $U_{el} = \sum_{i,j} \frac{q_i q_j}{\epsilon r_{ij}}$ , представляет дальнедействующие взаимодействия в системе.

Для ДНК, сольватированной водой, на основе экспериментальных данных, ab initio и полуэмпирических расчетов электронной структуры опубликован и доступен ряд самосогласованных и хорошо проверенных наборов параметров (см., например, всеатомные наборы в CHARMM22; Брукс и др., 1983)[10-12]. Для поверхности ZrO<sub>2</sub> мы использовали потенциал взаимодействия Букингема,

$$U(r) = A \exp\left(-\frac{r}{\rho}\right) - \frac{C}{r^6}$$

с параметрами взаимодействия A, C и  $\rho$ .

Все параметры потенциала, использованные в МД-моделировании, перечислены в таблицах 1, 2 и 3 (ссылки [9-12]).

На рис. 1(а,б) и 2(а,б) показано исходное положение цепи ДНК на поверхности ZrO<sub>2</sub> (диоксид циркония) и всей сольватированной воды системы, соответственно. Цепь ДНК располагалась на достаточном расстоянии от диоксида циркония. После соответствующей подготовки поверхности ДНК+ZrO<sub>2</sub> был введен водяной бокс. Систему ДНК+ZrO<sub>2</sub> сольватировали водной камерой SPC и релаксировали в течение 500 пс при фиксированном положении ДНК на поверхности ZrO<sub>2</sub>. Процесс релаксации МД воспроизводился изохорно-изотермическим ансамблем NVT, в котором число частиц, объем и температура фиксированы. Суммарную температуру системы ДНК+ZrO<sub>2</sub>+вода контролировали с помощью NVT термостата Нозе-Гувера при T=310K с временем релаксации 1,0 пс. Отсечка 9 Å используется для несвязанных сил вместе с методом сетки частиц Эвальда для расчета дальнедействующих электростатических взаимодействий. Прямоугольная коробка размером 60,0 Å на 90,0 Å на 64,5 Å, содержащая одну молекулу ДНК (1260 химически связанных атомов P, C, N, O, H), 1152 поверхностные молекулы диоксида циркония (384 атома циркония и 768 атомов кислорода) и 3200 молекул воды (3200×3=9600 атомов OW и HW) подвергали стадиям уравнивания, как описано выше, при многократном прогоне МД[10-12]. Для всех проведенных расчетов использовался временной шаг 1фс для интегрирования уравнения движения с интегратором Чехарда Верле. Ковалентные связи с участием атомов водорода ограничены алгоритмом SHAKE. Расчеты МД-траектории, выполненные для нескольких моделей ДНК+вода+ZrO<sub>2</sub>, затем использовались для моделирования воздействия радиации на боковую цепь ДНК с последующими конформационными изменениями [8-12].

Таблица №1- Параметры потенциалов валентных (связанных) взаимодействий, используемых при МД-моделировании системы ДНК+Вода+ZrO2

Атомы	Массовый номер (ме.а.у.)	Заряд
P_3	30.97380	+1.16590
O_2	15.99940	-0.77610 (-0.56990)
O_3	15.99940	-0.49540 (-0.36910)
H_	1.00800	+0.07540 (+0.11760)
C_2	12.01100	+0.07360 (+0.18140)
C_3	12.01100	+0.16290 (+0.07130)
N_2	14.00670	-0.57250 (-0.77480)
N_3 ...	14.00670 ...	-0.92300 (-0.97730)...
Потенциал	Связь	Параметры
	$b_0$	$K_b$
$harm (i, j)$	1.724	300.
	Углы	Параметры
	$\theta_0$	$K_\theta$
$harm (i, j, k)$	93.3 (109.5; 120., ...)	100. (112; 133.)
	Двугранные углы	Параметры
	$\varphi_0$	$K_\varphi$
$cos (i, j, k, l)$	0.0 (-180.0, 0.0, ...)	2.5E-01(1.25E-01, 2.5E-01, ...)

Таблица №2- Параметры потенциалов ВдВ взаимодействия, используемых при МД-моделировании системы ДНК+Вода+ZrO2

Атомная пара	Потенциал	Функциональная форма	$A, \text{Å}^{12}$	$B, \text{Å}^6$
$i(C_2), j(C_2)$	12-6	$U(r) = \left(\frac{A}{r^{12}}\right) - \left(\frac{B}{r^6}\right)$	1.17134E+06	6.67516E+02
$i(C_2), j(N_3)$			7.30530E+05	5.00702E+02
$i(C_2), j(O_2)$			5.35958E+05	4.52240E+02
$i(N_2), j(O_3)$			3.25886E+05	3.34948E+02
$i(N_2), j(P_3)$			1.98518E+06	1.11790E+03

Таблица №3- Параметры потенциала Букингема, используемых при МД- моделировании ZrO2

Атомная пара	Потенциал	Функциональная форма	$A, \text{kcal/mol}$	$\rho, \text{Å}$	$C, \text{Å}^6$
$i(\text{Zr}), j(\text{O})$	buck	$U(r) = A \exp\left(-\frac{r}{\rho}\right) - \frac{C}{r^6}$	33525.42	0.35	0.
$i(\text{O}), j(\text{O})$			524.86	0.15	0.

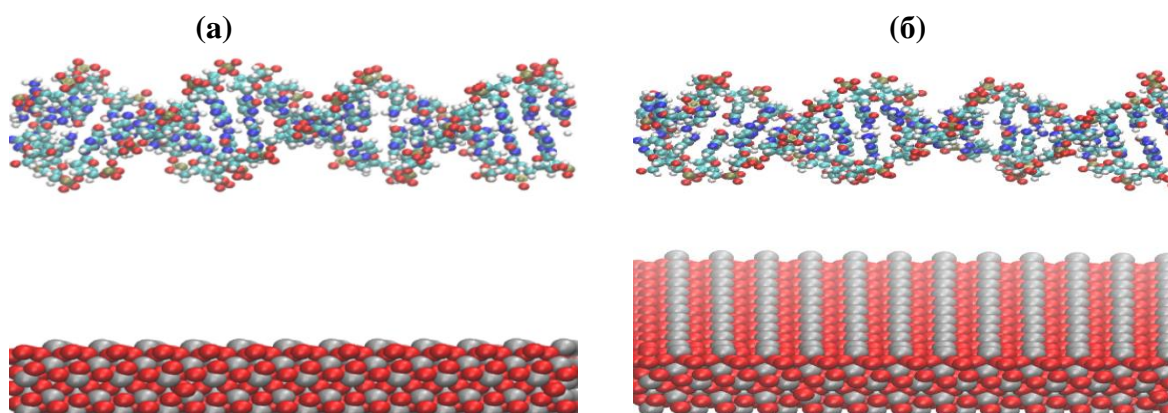


Рисунок 1- (а, б). Исходное положение цепи ДНК на поверхности ZrO2 (диоксид циркония).

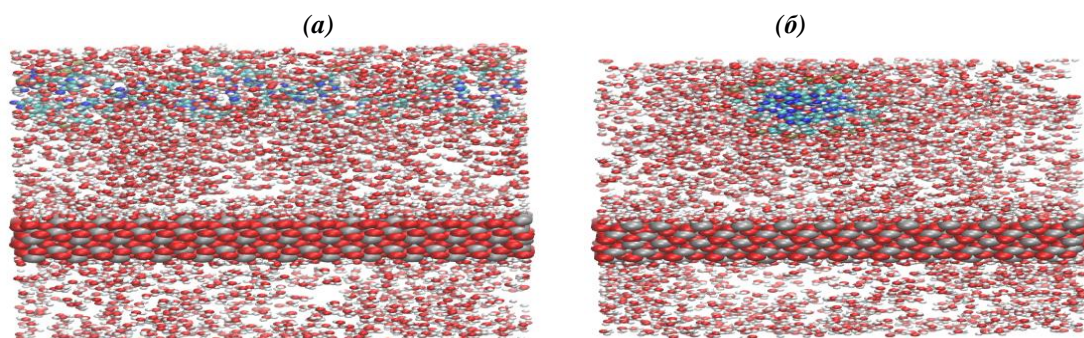


Рисунок 2- (а, б). Система (молекула ДНК и поверхность  $ZrO_2$ ) сольватирована водой.

**Результаты моделирования МД.** Для молекулы ДНК, сольватированной водой и взаимодействующей с поверхностью  $ZrO_2$ , мы рассмотрели разные модельные структуры, моделируя тем самым разные сценарии возможной модификации заряда ДНК. Из двух противоположных направлений ДНК мы произвольно выбрали два атома Р(фосфора), как возможные места повреждения. Модификацию заряда ДНК мы ввели в ее центральную область с помощью двух наборов МД-моделей (наборы А, В и С) для обоих атомов фосфора  $P_a$  и  $P_b$  следующим образом:

Набор А

Модель 1 (нативная ДНК):  $Q(P_a) = +1,1659|e|$

Модель 2 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a) = 0$

Модель 3 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a) = -1,1659|e|$

Набор Б

Модель 4 (нативная ДНК):  $Q(P_b) = +1,1659|e|$

Модель 5 (поврежденная ДНК):  $Q(P_b) = 0$

Модель 6 (поврежденная ДНК):  $Q(P_b) = -1,1659|e|$

Набор В

Модель 7 (нативная ДНК):  $Q(P_a, P_b) = +1,1659|e|$

Модель 8 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a, P_b) = 0$

Модель 9 (поврежденная ДНК):  $Q$

где  $e$  — заряд электрона.

Следует отметить, что для всего вышеперечисленного набора МД-моделей с процедурой релаксации ДНК мы получили оценки позиционных изменений расстояния  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - ZrO_2(O)]$  между атомами фосфора ( $P_a, P_b$ ) и выбранные атомы кислорода поверхности  $ZrO_2$  по фиксированному  $T=100$ п.с.

На рис. 3 показаны результаты МД-моделирования динамики  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - ZrO_2(O)]$  для моделей 1-3. Распределение расстояний  $D[\text{ДНК}(P_a) - ZrO_2(O)]$  ( $X \sim f(T)$ ) между атомами фосфора ( $P_a$ ) и выбранными атомами кислорода (О) на поверхности диоксида циркония сравнивается для нативной ДНК (модель 1:  $Q(P_a)=+1,1659|e|$ ) и две поврежденные версии (модели 2:  $Q(P_a)=0$  и 3:  $Q(P_a)=-1,1659|e|$ ). Зарядовое состояние атомов фосфора ( $P_a, P_b$ ) имитирует воздействие внешнего излучения (УФ или другого), индуцированного на участок ДНК, так что величина  $Q(P_a)$  спонтанно изменяется в интервале  $[+1,1659; -1,1659]|e|$ . Из диаграмм расстояний на рис. 3 мы можем видеть, как различное поведение  $D[\text{ДНК}(P_a) - ZrO_2(O)]$  во времени, так и разный тесный контакт ДНК-поверхность в конечном состоянии.

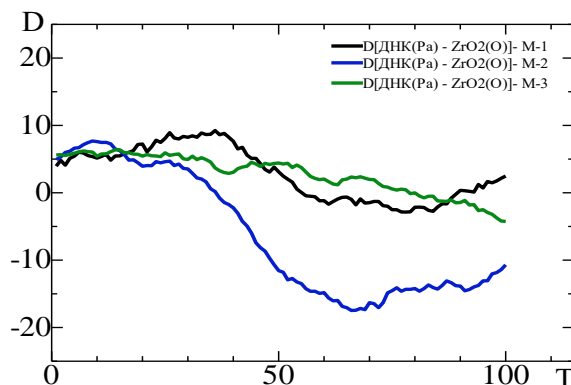
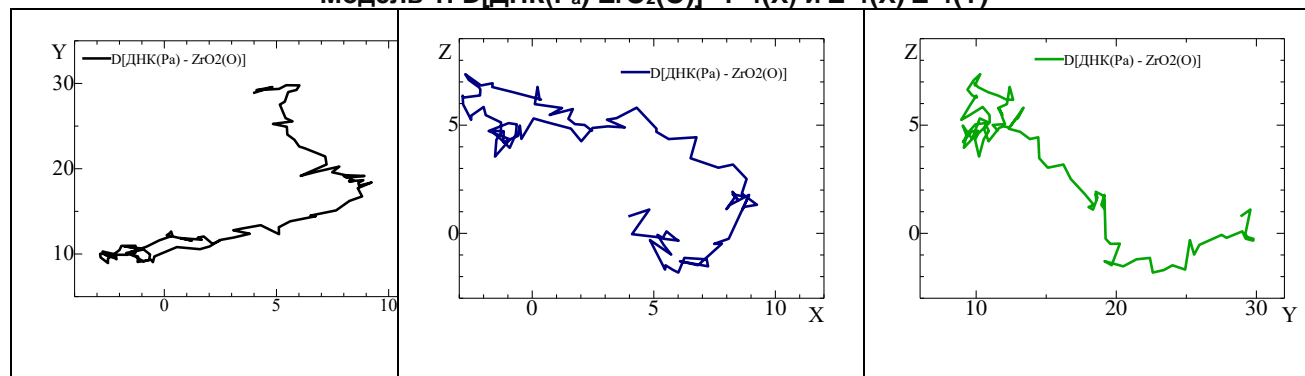


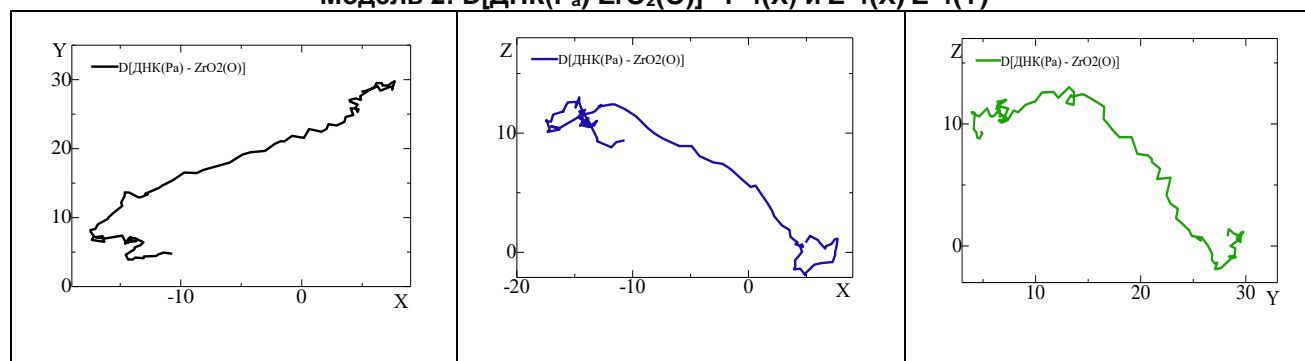
Рисунок 3-. Расстояние  $D[\text{ДНК}(P_a) - ZrO_2(O)]$ ,  $X \sim f(T)$  между атомами фосфора ( $P_a$ ) и выбранными атомами кислорода (О) поверхности диоксида циркония для моделей 1-2-3.

На рис. 4 показаны результаты моделирования МД для позиционных изменений  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$  на расстоянии  $D[\text{ДНК}(\text{P}_a) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$  между атомами фосфора ( $\text{P}_a$ ) и выбранные атомы кислорода (O) поверхности диоксида циркония для МД-моделей 1-2-3

**Модель 1:  $D[\text{ДНК}(\text{P}_a) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**



**Модель 2:  $D[\text{ДНК}(\text{P}_a) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**



**Модель 3:  $D[\text{ДНК}(\text{P}_a) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**

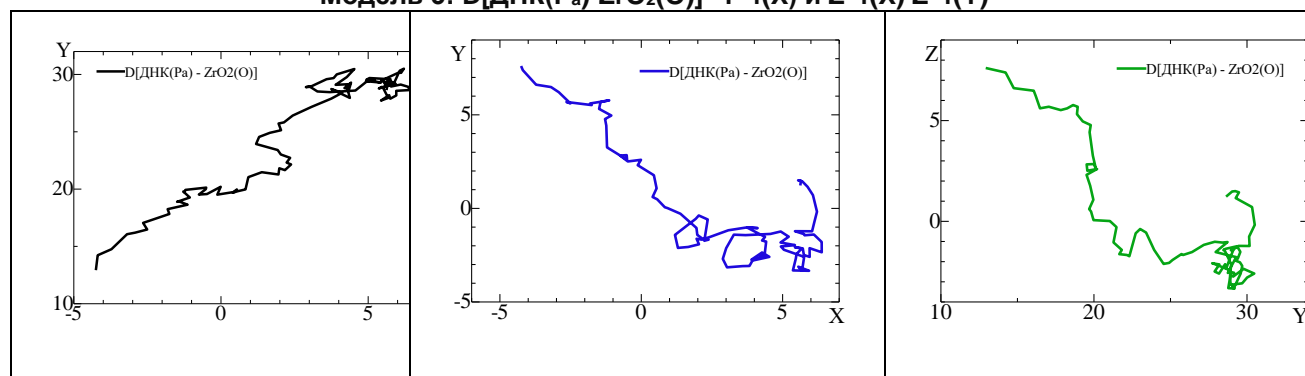


Рисунок 4- Во всех моделях позиционные изменения  $Y \sim f(X)$  (слева),  $Z \sim f(X)$  (в середине)  $Z \sim f(Y)$  (направо) для расстояния  $D[\text{ДНК}(\text{P}_a) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$  между атомами фосфора ( $\text{P}_a$ ) и выбранных атомов кислорода (O) поверхности диоксида циркония для МД-моделей 1-2-3.

Начиная с одного и того же релаксированного состояния (но с разным  $Q(\text{P}_a)$ ) молекула ДНК при взаимодействии с поверхностью  $\text{ZrO}_2$  будет испытывать разную конформационную форму, тем самым приближаясь к поверхности.

На рис. 5 показаны результаты МД-моделирования динамики  $D[\text{ДНК}(\text{P}_b) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ ,  $X \sim f(T)$  для моделей 4-6. Распределение расстояний  $D[\text{ДНК}(\text{P}_b) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$  между атомами фосфора ( $\text{P}_b$ ) и выбранными атомами кислорода (O) на поверхности диоксида циркония сравнивается для нативной ДНК (модель 4:  $Q(\text{P}_b) = +1, 1659|e|$ ) и двух поврежденных версий (модели 5:  $Q(\text{P}_b) = 0$  и 6:  $Q(\text{P}_b) = -1, 1659|e|$ ).

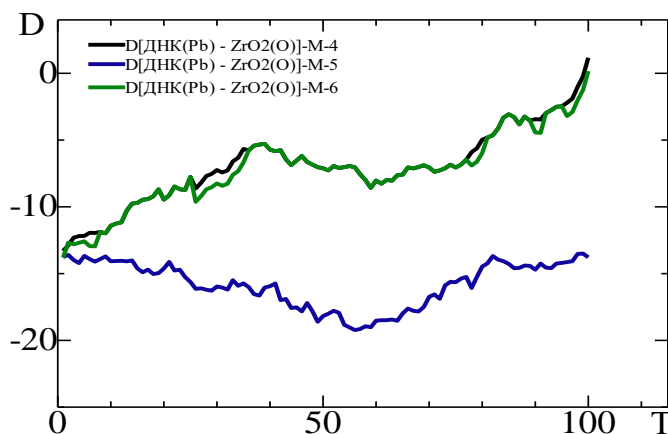
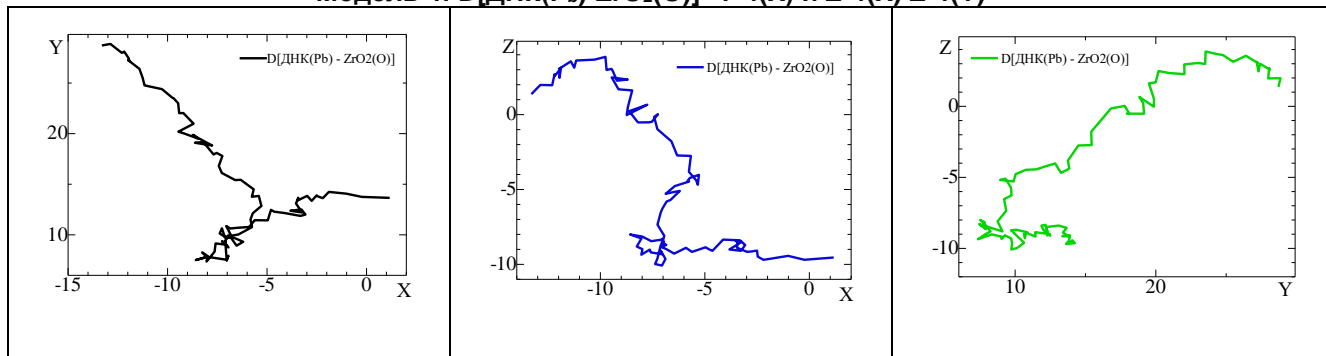


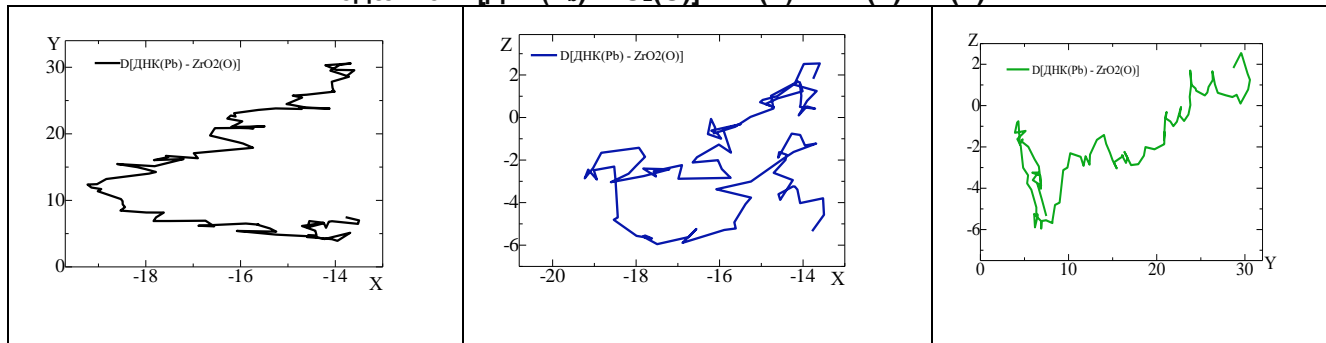
Рисунок 5- Расстояние  $D[\text{ДНК}(\text{Pb}) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ ,  $X \sim f(T)$  между атомами фосфора (Pb) и wybranными атомами (O) поверхности диоксида циркония для МД моделей 4-5-6.

На рис. 6. показаны результаты моделирования МД для позиционных изменений  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$  на расстоянии  $D[\text{ДНК}(\text{Pb}) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$  между атомами фосфора (Pb) и wybranными атомами кислорода (O) поверхности диоксида циркония для МД-моделей 4-5-6

**Модель 4:  $D[\text{ДНК}(\text{Pb}) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**



**Модель 5:  $D[\text{ДНК}(\text{Pb}) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**



**Модель 6:  $D[\text{ДНК}(\text{Pb}) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**

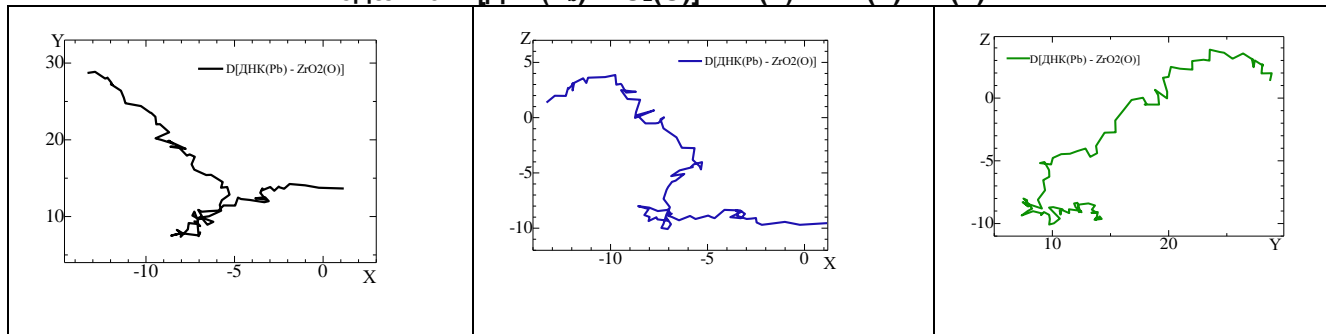


Рисунок 6-Во всех моделях позиционные изменения  $Y \sim f(X)$  (слева),  $Z \sim f(X)$ (в середине)  $Z \sim f(Y)$  (направо) для расстояния  $D[\text{ДНК}(\text{Pb}) - \text{ZrO}_2(\text{O})]$  между атомами фосфора (Pb) и wybranными атомами кислорода (O) поверхности диоксида циркония для МД-моделей 1-2-3.

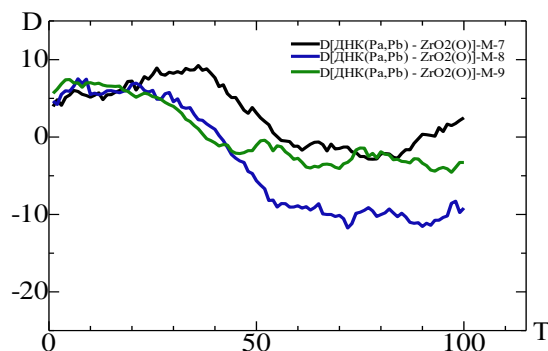
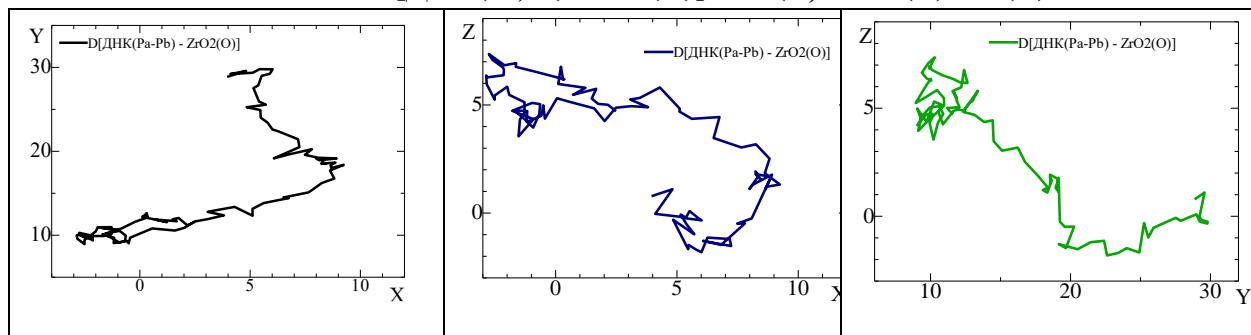


Рисунок 7- Расстояние  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$ ,  $X \sim f(T)$  между атомами фосфора ( $P_a, P_b$ ) и wybranными атомами (O) поверхности диоксида циркония для МД моделей 7-8-9.

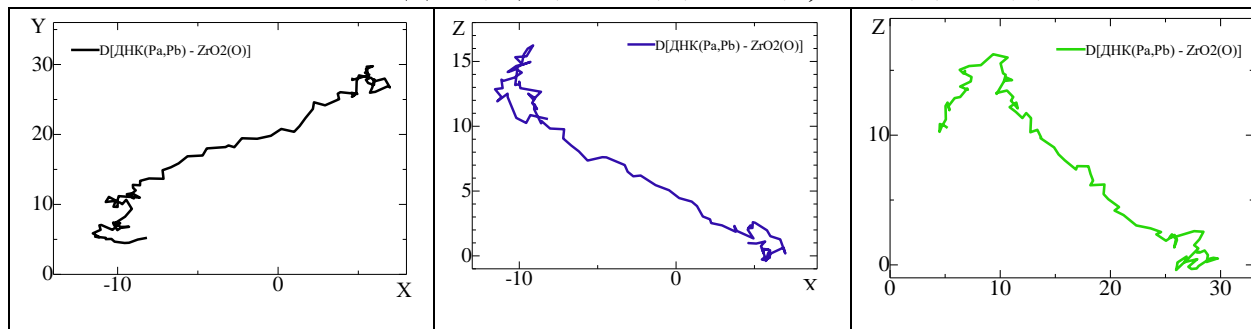
Результаты МД распределения расстояний  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$   $X \sim f(T)$  между двумя атомами фосфора ( $P_a, P_b$ ) и wybranными атомами кислорода (O) на поверхности диоксида циркония сравниваются для нативной ДНК (модель 7:  $Q(P_a, P_b) = +1,1659|e|$ ) и двух поврежденных версий (модели 8:  $Q(P_a, P_b) = 0$  и 9:  $Q(P_a, P_b) = -1,1659|e|$ ) показаны на рис. 7.

На рис. 8. показаны результаты моделирования МД для позиционных изменений  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$  на расстоянии  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$  между атомами фосфора ( $P_a, P_b$ ) и wybranными атомами кислорода (O) поверхности диоксида циркония для МД моделей 7-8-9.

**Модель 7:  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**



**Модель 8:  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**



**Модель 9:  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$ -  $Y \sim f(X)$  и  $Z \sim f(X)$   $Z \sim f(Y)$**

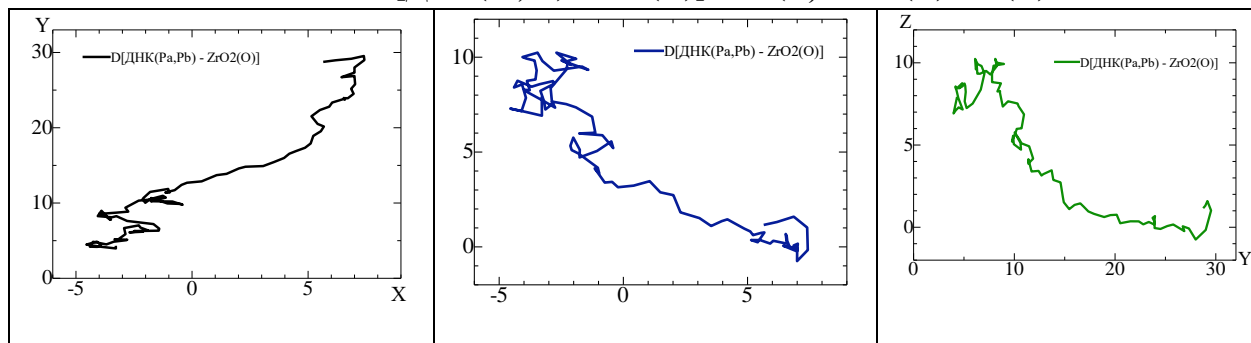


Рисунок 8- Во всех моделях позиционные изменения  $Y \sim f(X)$  (слева),  $Z \sim f(X)$  (в середине)  $Z \sim f(Y)$  (направо) для расстояния  $D[\text{ДНК}(P_a, P_b) - \text{ZrO}_2(O)]$  между атомами фосфора ( $P_a, P_b$ ) и wybranными атомами кислорода (O) поверхности диоксида циркония для МД-моделей 1-2-3.

**Вывод:**

Для тройной системы ДНК + вода + поверхность  $ZrO_2$  мы построили несколько наборов МД-моделей, как Набор-А (Модель 1 (нативная ДНК):  $Q(P_a) = +1,1659|e|$ ; Модель 2 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a) = 0$ ; Модель 3 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a) = -1,1659|e|$ ), Набор-Б (Модель 4 (нативная ДНК):  $Q(P_b) = +1,1659|e|$ ; Модель 5 (поврежденная ДНК):  $Q(P_b) = 0$  Модель 6 (поврежденная ДНК):  $Q(P_b) = -1,1659|e|$ ), Набор В (Модель 7 (нативная ДНК):  $Q(P_a, P_b) = +1,1659|e|$  Модель 8 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a, P_b) = 0$  Модель 9 (поврежденная ДНК):  $Q(P_a, P_b) = -1,1659|e|$ ), где  $e$  — заряд электрона), тем самым моделируя другой сценарий возможной модификации заряда ДНК. Из двух противоположных направлений ДНК мы произвольно выбрали два атома Р(фосфора - $P_a, P_b$ ) в качестве возможных мест повреждения. Результаты МД сравнивают конформационное поведение ДНК в начальном и конечном состояниях, а динамика ориентации ДНК на  $ZrO_2$  представлена для нативной ДНК ( $Q(P_a) = +1,1659|e|$ ) и двух поврежденных вариантов ( $Q(P_a) = 0$  и  $Q(P_a) = -1,1659|e|$ ), соответственно. Пока что, начиная с того же релаксированного состояния (но с разными  $Q(P_a, P_b)$ ), молекула ДНК при взаимодействии с поверхностью  $ZrO_2$  будет принимать другую конформационную форму, тем самым приближаясь к поверхности.

**Литература:**

1. Subrata Majumder, I. Mishra, U. Subudhi, and Shikha Varma. "Enhanced biocompatibility for plasmid DNA on patterned  $TiO_2$  surfaces". Appl. Phys. Lett., (2013), 103, 063103.
2. J. Deisenhofer, J.R.Norris, (eds.), "The Photosynthetic Reaction Center", Academic Press, N.Y., (1993), II, p.500.
3. Q.Gu, C.Cheng, R.Conela, et al., Nanotechnology, (2006), v. 17, R 14.
4. A.S. Doroshkevich, IA Danilenko, TE Konstantinova, VA Glazunova, S.A. Sinyakina, Electron Microscopy and Strength of Material (2006), 13, P. 151.
5. Kholmurzo Kholmurodov (Ed.), "Molecular Simulation Studies in Material and Biological Sciences. International Workshop", Nova Science Publishers Ltd., 2007, 196p., ISBN: 1-59454-607-x
6. Kholmurzo Kholmurodov (Ed.), "Molecular Simulation in Material and Biological Research", Nova Science Publishers Ltd., 2009, 155p., ISBN: 978-1-60741-553-4.
7. Kholmurzo Kholmurodov (Ed.), "Molecular Dynamics of Nanobistruktures", Nova Science Publishers Ltd., 2011, 210p., ISBN: 978-1-61324-320-6.
8. Kholmurzo Kholmurodov (Ed.), "Models in Bioscience and Materials Research: Molecular Dynamics and Related Techniques", Nova Science Publishers Ltd., 2013, 219p., ISBN: 978-1-62808-052-0.
9. Kholmurzo Kholmurodov (Ed.), "Computational Materials and Biological Sciences", Nova Science Publishers Ltd., 2015, 208p., ISBN: 978-1-63482-541-2
10. David A. Case, Thomas E. Cheatham, Tom Darden, Holger Gohlke, Ray Luo, Kenneth M. Merz, Alexey Onufriev, Carlos Simmerling, Bing Wang, and Robert J. Woods. "The Amber Biomolecular simulation programs". Journal of Computational Chemistry, 26(16), p.1668-1688, 2005.
11. Smith W., Forester T. R. DL\_POLY\_2.0: "A general-purpose parallel molecular dynamics simulation package". J. Mol. Graph. 14, 136-141 (1996).
12. MANUAL", STFC Daresbury Laboratory Daresbury, Warrington WA4 4AD Cheshire, UK, Version 2.19, April (2008).

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

TJ	RUS	ENG
Хусензода Мирзоазиз Ашур н.и.ф.-м., и.в. дотсент	Хусензода Мирзоазиз Ашур к.ф.-м.н., и.о.доцента	Husen-zoda Mirzoaziz Ashur Doc. Phys. and Math. 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 M.S. Osimi
<a href="mailto:mirzo85@inbox.ru">mirzo85@inbox.ru</a>		
<a href="https://orcid.org/0000-0003-1220-2139">https://orcid.org/0000-0003-1220-2139</a>		



УДК 53; 536.6; 544.236.2

## ВЛИЯНИЕ NaOH НА УДЕЛЬНУЮ ТЕПЛОЁМКОСТЬ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Кучакшоев Д.С.

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

Исследована температурная зависимость удельной теплоёмкости стёкол, полученных на основе соединения  $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$  с различным содержанием NaOH в исходной смеси. Теплоёмкость образцов определялась при непрерывном свободном охлаждении расплава в окружающую среду методом сравнения с удельной теплоёмкостью эталона. Показано, что все температурные зависимости удельной теплоёмкости этих стёкол в процессе охлаждения расплава и формирования стеклообразной структуры проходят через максимум, температура которого соответствует температуре стеклования. Температура максимума по мере увеличения содержания NaOH в формовочной смеси растёт от 610 К до 641 К, а затем падает до 603 К.

*Ключевые слова:* удельная теплоёмкость, стекло, скорость охлаждения, вязкость.

## ТАЪСИРИ NaOH БА ГАРМИҒУНҶОИШИ ХОСИ ШИШАҶОИ СИСТЕМАИ $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$ ВОБАСТА БА ТЕМПЕРАТУРА

Кучакшоев Д.С.

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

Вобастагии гармиғунҷоиши хоси шишаҳо аз температура, ки дар асоси пайвастагии  $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$  бо иловаи микдори гуногуни NaOH дар омехтаи ибтидоӣ ҳосил карда шуданд, мавриди таҳқиқ қарор гирифтаанд. Гармиғунҷоиши намунаҳо дар ҳолати хунуккунии бифосилаи озоди ғудохта дар муҳити атроф бо усули муқоисақунӣ бо гармиғунҷоиши эталон муайян карда шуд. Нишон дода шуд, ки ҳамаи вобастагии гармиғунҷоиши хоси ин шишаҳо аз температура дар ҳолати хунуккунии ғудохта ва ҳосилшавии сохтори шишагӣ аз максимум мегузарад, ки температурааш ба температураи шишашавӣ мувофиқ меояд. Температураи максимум бо қадри афзоиши микдори NaOH дар омехтаи қолабӣ аз 610 К то 641 К зиёд шуда, баъдан то 603 К кам мешавад.

*Калимаҳои калидӣ:* гармиғунҷоиши хос, шиша, суръати хунуккунии, часпақӣ.

## INFLUENCE OF NaOH ON THE SPECIFIC HEAT CAPACITY OF $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$ SYSTEM GLASSES DEPENDING ON TEMPERATURE

Kuchakshoev D.S.

Research temperature dependence of the application of the heat capacity of glasses, acquisition based on compounds  $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$  with the use of NaOH in the initial mixture. The heat capacity is observed at constant free cooled absorption in the atmosphere by comparison with the specific heat capacity of the standard. It is shown that all temperature dependences are related to the heat capacity, that the glass in the process of cooling the melt and the formation of a glassy structure occurs through a maximum, the temperature corresponds to the glass transition rate. The maximum temperature increases from 610 K to 641 K as the NaOH content in the sand increases, and then drops to 603 K.

*Key words:* specific heat capacity, glass, cooling rate, viscosity.

### Введение

После того, как у кристаллов трибората висмута ( $Bi_3O_6$ ) обнаружены нелинейно-оптические и пьезоэлектрические свойства [1-6], появился высокий интерес учёных к исследованию боратов висмута. Известно, что в системе  $Bi_2O_3 - B_2O_3$  обнаружены пять соединений [7]:  $Bi_{24}B_2O_{39}$ ,  $Bi_4B_2O_9$ ,  $Bi_3B_5O_{12}$ ,  $Bi_3B_3O_6$  и  $Bi_2B_8O_{15}$ , два из которых  $5Bi_2O_3:3B_2O_3$  и  $1Bi_2O_3:1B_2O_3$  образуются в метастабильном состоянии [8]. Имеется достаточно большое количество работ, посвященных получению, изучению структуры электрических и других свойств соединений системы  $Bi_2O_3 - B_2O_3$ . Однако существуют ограниченные сведения по их теплофизическим и термодинамическим свойствам [9-11].

Следует отметить, что из расплава соединения  $B_2O_3 - 2Bi_2O_3$  образуется монокристалл  $Bi_4B_2O_9$ , структура которого исследована при температурах 293, 473, и 723 К [12]. Этот монокристалл плавится конгруэнтно при 948 К [12]. Монокристаллы этого соединения выращивали медленным охлаждением расплава со скоростью 1,5 К/ч до 893 К, после чего в течение 4 ч – до комнатной температуры [7, 12, 13].

Наряду с кристаллизующимися боратами висмута достаточно высокий интерес исследователей проявился к изучению стеклообразного состояния таких соединений. В предыдущих работах [14, 15] нами были изучены кривые ДТА и исследована теплоёмкость бинарного соединения  $Na_2B_4O_7 - Bi_2O_3$ . При попытке получить кристаллизующиеся тройные соединения на основе  $Na_2B_4O_7$  и  $Bi_2O_3$  было обнаружено, что в широком диапазоне концентраций получаются многофазные соединения различного состава, включающего как кристаллические, так и аморфные фазы. Кристаллизующиеся тройные соединения, включающие В, Bi, Na, не обнаружены. Однако при концентрациях  $Bi_2O_3$  менее 0.30 мольной добавки получают

качественные стёкла. В настоящей работе исследовано влияние NaOH на удельную теплоёмкость стёкол в зависимости от температуры, полученную на основе стекла  $V_2O_3 - 2Bi_2O_3$  (далее  $Bi_4V_2O_9$ ) при разных мольных добавках NaOH в исходную смесь ( $Bi_4V_2O_9 + \beta NaOH$ ,  $\beta=0.16, 0.20, 0.25$  и  $0.30$  моль).

**Методика эксперимента.** Для получения стекол были использованы  $Bi_2O_3$ ,  $V_2O_3$  и NaOH. Сначала с целью удаления сорбированной воды исходные вещества прокаливали в муфельной печи в течение двух часов при температуре 573 К в среде атмосферного воздуха. Отдельно получен образец состава  $2Bi_2O_3 - V_2O_3$  ( $Bi_4V_2O_9$ ) при свободном охлаждении из расплава (1050 К) до комнатной температуры. Далее порошок  $\beta$  молей NaOH, подвергнутый предварительному отжигу для удаления сорбированной воды, добавляли к одному молю порошка  $Bi_4V_2O_9$ . Полученную смесь размалывали в шаровой мельнице в течение часа с целью гомогенизации состава. Далее смесь плавил при 1050 К в платиновом тигле, выдерживали расплав в течение 7 часов, быстро охлаждали расплав в керамическом тигле. Образцы получали в виде дисков диаметром 10 – 12 мм, толщиной от 2 до 10 мм.

Следует отметить, что в процессе отжига состав порошка NaOH меняется. Это было подтверждено рентгенофазовым анализом (РФА), показанным на рисунке 1. Изменение состава исходного и отожжённого порошка NaOH по данным РФА отражено в таблице 1. Образцы состава  $(2Bi_2O_3 - V_2O_3) + \beta NaOH$  представляют собой мутноватые стекла, в которых присутствует кристаллическая фаза, убывающая по мере увеличения содержания NaOH. Образцы с 0.25 и 0.30 мольной добавкой NaOH – прозрачные стекла. Следует отметить, что полученные образцы слишком хрупкие и под воздействием некоторой силы могут разваливаться, по этой причине они трудно поддаются шлифовке. Теплоёмкость определялась на компьютеризированной установке, описанной в работах [15, 16], при непрерывном свободном охлаждении расплава в воздушную среду методом сравнения с удельной теплоёмкостью эталона, в качестве которого использовался пустой платиновый тигель с крышкой. Удельную теплоёмкость рассчитывали по известной формуле

$$c_{px} = c_{pt} \frac{m_t \left( \frac{dT}{dt} \right)_t}{m_x \left( \frac{dT}{dt} \right)_x} \quad [15],$$

полученной на основе уравнения Ньютона-Рихмана. Сначала определяли удельную теплоёмкость тигля с образцом  $c_{p,x}$ , а затем по формуле  $c_{p,s} = \frac{c_{p,x} \cdot m_x - c_{p,t} \cdot m_t}{m_s}$  рассчитывали

удельную теплоёмкость образца, где  $m_s$ ;  $m_t$ ;  $m_x$  – массы образца, пустого платинового тигля, платинового тигля с образцом, а  $c_{p,s}$ ;  $c_{p,t}$ ;  $c_{p,x}$  – удельные теплоёмкости образца, пустого платинового тигля, платинового тигля с образцом, соответственно.

Таблица 1 -Изменение состава исходного и отожжённого порошка NaOH по данным РФА

Состав	NaOH	NaOH(H <sub>2</sub> O)	NaOH(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub>	NaO <sub>3</sub>	NaO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NaHCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
NaOH Исходный, %	22,2	10,1	12,6	9,3	17,21	26	2,6	-	98
NaOH после нагрева до 1050 К и быстрого охлаждения, %	40,2	10,3	4,6	1,6	42,1	-	-	1,2	100

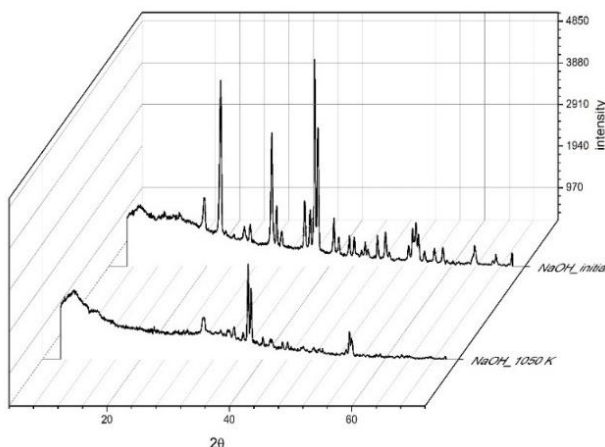


Рисунок 1-РФА исходного и отожжённого образцов NaOH

В работе [15] отмечается, что в связи с имеющимися молекулярными процессами, протекающими при изготовлении образцов стёкол при охлаждении расплава, был проведён ряд экспериментов по определению удельной теплоёмкости в условиях приближенных к условиям получения образцов. Вследствие чего в данной работе рассмотрены особенности температурной зависимости изменений удельной теплоёмкости стёкол, полученных на основе  $2\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{V}_2\text{O}_5$  и  $\text{NaOH}$ .

**Результаты и обсуждение.** На рис. 1 представлены температурные зависимости удельной теплоёмкости стёкол состава  $(2\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{V}_2\text{O}_5) + \beta\text{NaOH}$ , с разным содержанием  $\text{NaOH}$ . Из рисунка видно, что все температурные зависимости удельной теплоёмкости этих стёкол в процессе охлаждения расплава и формирования стеклообразной структуры проходят через максимум, температура которого соответствует температуре стеклования. Отношение удельной теплоёмкости при температуре расплава вблизи 1050 К к удельной теплоёмкости в максимуме для образца 2 равно  $c_{p,1050} / c_{p,\text{max}} \approx 0.66$ . Для образцов 3–5  $c_{p,1050} / c_{p,\text{max}} \approx 0.58$ , а для образца 6  $c_{p,1050} / c_{p,\text{max}} \approx 0.40$ . Эти отношения для стёкол состава  $\text{Bi}_4\text{B}_2\text{O}_9 + \beta\text{NaOH}$  принимают промежуточные значения аналогичных отношений для стёкол других видов  $\text{Bi}_2\text{B}_4\text{O}_9 + \beta\text{NaOH}$  и  $\alpha\text{Bi}_2\text{O}_3 + (1-\alpha)\text{NaOH}$  [15]. Удельная теплоёмкость образца 2, не содержащего  $\text{NaOH}$ , при температуре 1050 К больше удельной теплоёмкости при 350–400 К, а в случае образца 6 с 0.30 мольной добавки  $\text{NaOH}$   $c_{p,1050} \approx c_{p,400}$ .

Удельная теплоёмкость стёкол в максимуме равна 499, 517, 543, 529, 538 Дж/кгК для образцов 2, 3, 4, 5 и 6, соответственно. Температура максимума по мере увеличения содержания  $\text{NaOH}$  в формовочной смеси растёт от 610 К (образец 2) до 641 К (образец 4), а затем падает до 603 К (образец 6).

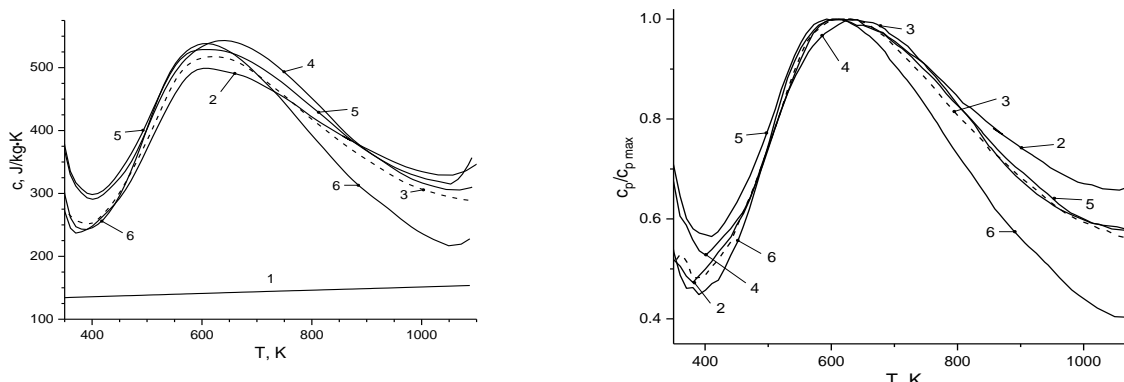


Рис. 1. Температурная зависимость удельной теплоёмкости (слева) и относительной удельной теплоёмкости (справа) стёкол состава  $(2\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{V}_2\text{O}_5) + \beta\text{NaOH}$ . Число молей ( $\beta$ )  $\text{NaOH}$  в расчёте на 1 моль  $\text{Bi}_4\text{B}_2\text{O}_9$  в образцах, полученных длительной выдержкой расплава, равна: 2 – 0; 3 – 0.16; 4 – 0.20; 5 – 0.25; 6 – 0.30 мол. Температурная зависимость удельной теплоёмкости эталона (пустого платинового тигля) – 1.

Величина и положение всех кривых, проходящих через максимум, представленные на рис. 1, зависят от состава и структуры образцов. Кривые, начиная от температуры максимума (температуры стеклования) до комнатной, соответствуют процессу стеклования образцов при их охлаждении. Образование стекла характеризует процесс замораживания коллективной подвижности большой группы атомов – кластеров, которые по некоторым литературным данным состоят из 100–150 атомов в неорганических стёклах [17]. Время релаксации для таких кластеров при температурах стеклования составляет сотни секунд. Кластерный характер молекулярной подвижности сохраняется и при более высоких температурах вплоть до температуры стеклования, обуславливая высокую вязкость расплава образцов.

Вязкость расплава оценивалась визуально по скорости течения расплава при его переливании из платинового тигля в керамический. Оказалось, что вязкость образцов  $\text{Bi}_4\text{B}_2\text{O}_9$  занимает промежуточное значение между визуальной вязкостью ранее изученных образцов  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  и  $\text{Bi}_2\text{B}_4\text{O}_9$  (вязкость  $\text{Bi}_2\text{B}_4\text{O}_9$  – наименьшая) [15]. Визуальная вязкость образца 6 (содержание  $\text{NaOH}$  0.30 мол) значительно превосходит вязкость исходного образца (без добавления  $\text{NaOH}$ ) и образцов с его малым содержанием (0.2 – 0.5 мол). Из этого следует, что молекулярная подвижность, обусловленная кластерным типом движения, в результате связывающего действия  $\text{Na}$ , уменьшается, что приводит к увеличению времён релаксации, а при высоких начальных скоростях охлаждения к динамическому стеклованию. По этой причине кажущаяся удельная теплоёмкость оказывается значительно меньше её максимального значения (при температуре стеклования), но несколько больше (образцы 2 – 5) либо близкими (образец 6) к значениям удельной теплоёмкости при низких температурах. На начальной стадии охлаждения

вклад в кажущуюся удельную теплоёмкость вносят преимущественно локальные молекулярные колебания, поскольку кластерный тип молекулярной подвижности оказывается в значительной степени или частично динамически «замороженным». По мере дальнейшего охлаждения и снижения её скорости происходит постепенное динамическое размораживание кластерной молекулярной подвижности, вследствие чего удельная теплоёмкость растёт вплоть до температуры стеклования (максимума). При дальнейшем уменьшении температуры и скорости охлаждения, и увеличении времени релаксации (вследствие уменьшения подвижности) образец твердеет, процесс от динамического размораживания переходит к структурному стеклованию, когда кластерный тип подвижности «вымерзает», удельная теплоёмкость уменьшается, и при низких температурах определяется локальной молекулярной подвижностью.

#### Литература:

1. Egorysheva, A.V. Efficient Nonlinear Optical Material BiB3O6 (BiBO) / A.V. Egorysheva, V.M. Skorikov // *Inorganic Materials*. 2009. V. 45. №13. P. 1461-1476.
2. Zavartsev, F.Yu. Phenomenon of metastable liquation during BiB3O6 crystallization / F.Yu.Zavartsev, S.A. Koutovoia, V.V. Voronov, V.V. Panyutin, A.I. Zagumennyi, I.A. Shcherbakov // *Journal of Crystal Growth*. 2005. V.275. P. e637.
3. Зайцев, А.И. Фазообразование в процессе кристаллизации стёкол состава BiB3O6 / А.И. Зайцев, А.Д. Васильев // *Фазовые переходы, упорядоченные состояния и новые материалы*. 2007. С. 1.
4. Cong, R. Phase transitions among four BiB3O6 polymorphs: a detailed investigation / Rihong Cong, Jinlong Zhu, Yingxia Wang, Tao Yang, Fuhui Liao, Changqing Jin, Jianhua Lin // *CrystEngComm*. 2009. V. 11. P. 1971.
5. Cong, R. Observation of the Sixth Polymorph of BiB3O6: In Situ High-Pressure Raman Spectroscopy and Synchrotron Xray Diffraction Studies on the  $\beta$  Polymorph / Rihong Cong, Tao Yang, Junliang Sun, Yingxia Wang, Jianhua Lin // *Inorganic Chemistry*. 2013. V. 52. № 13. P. 7460.
6. Teng B., Wang J., Wang Z., Hu X., Jiang H., Liu H., Cheng X., Dong S., Liu Y., Shao Z. Crystal growth, thermal and optical performance of BiB3O6 // *J. Cryst. Growth*. 2001. V. 233. № 1-2. P. 282-286.
7. Levin E. M. The system Bi2O3–B2O3 / E. M. Levin, C. L. McDaniel // *Journal of the American Ceramic Society*. 1962. V. 45. № 8. P. 355-360.
8. Каргин, Ю.Ф. Фазовая диаграмма метастабильных состояний системы Bi2O3-B2O3 / Ю.Ф. Каргин, В.П. Жереб, А.В. Егорышева // *Журнал неорганической химии*. 2002. Т. 47. № 8. С. 1357.
9. Skorikov V.M., Kargin Yu.F., Egorysheva A.V., Volkov V.V., Gospodinov M. Growth of sillenite-structure single crystals // *Inorganic Materials*. 2005. V. 41. Suppl. 1. P. 524-546.
10. Иртюго Л.А., Денисов В.М., Жереб В.П. и др. Высокотемпературная теплоемкость стекол боратов висмута // *Журн. СФУ. Химия*. 2011. Т. 4. № 4. С. 344-349.
11. В.П.Жереб, Н.А.Бабицкий, Т.В.Бермешев, А.А.Шубин, А.В.Сидорак. Стеклообразование в системе Bi2O3-B2O3. Термические устойчивости и структура стекол // *Журнал Сибирского федерального университета. Химия*. 2014. № 3. С. 371-382.
12. Филатов С.К., Шепелев Ю.Ф., Александрова Ю.В. и др. Исследование структуры оксобората висмута Bi4B2O9 при температурах 20, 200 и 450 °С // *ЖНХ*. 2007. Т. 52. № 1. С. 26-33.
13. Денисов, В.М. Бораты висмута / В.М. Денисов, Н.В. Белоусова, Л.Т. Денисова // *Журнал Сибирского федерального университета. Химия*. 2013. № 2. С. 132.
14. Кучакшоев Д.С., Джабаров А.Г. Дифференциально-термический анализ бинарной системы Bi2O3 + Na2B4O7. – *ДАН РТ*, 2015, т. 58, №12, с.1096-1099.
15. Кучакшоев Д. С., Джабаров А.Г., Холов А. Определение удельной теплоемкости стёкол на основе боратов висмута. – *Известия НАНТ*, 2022, № 3-4.
16. Кучакшоев Д. С., Джабаров А.Г., Холов А., Мавлонов Х. Установка для измерения теплоёмкости твёрдых тел в режиме охлаждения. Международная научно-практическая конференция в честь объявления 2020-2040 годов «Двадцатилетием изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования» г. Худжанд 2021 г. стр. 126
17. Бартенев Г.М., Сандитов Д.С. Релаксационные процессы в стеклообразных системах. – Новосибирск: Наука, 1986, 240 с.

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

TJ	RU	EN
Кучакшоев Давлатназар Соибназарович	Кучакшоев Давлатназар Соибназарович	Kuchakshoev Davlatnazar Soibnazarovich
Ходими калони илмӣ	Старший научный сотрудник	Senior Researcher
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С.У.Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:k.davlat@mail.ru">k.davlat@mail.ru</a>		

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТАРНОГО УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ ГОРОДА ДУШАНБЕ

<sup>1</sup>Шарипов С.Р., <sup>1</sup>Абдуллаев С.Ф., <sup>1</sup>Маслов В.А., <sup>1</sup>Абдурасулов Н.А., <sup>2</sup>Шерматов Д.С.

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

<sup>2</sup>Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино

В работе представлены результаты измерения концентрации элементарного углерода в атмосфере. Измерения проведены на территории полигона атмосферного мониторинга лаборатории физики атмосферы ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ (38°33'33"с.ш.; 68°51'23"в.д.; высота над уровнем моря 876м) в Душанбе с марта 2015 по апрель 2016 г. Приведена информация о содержании основных продуктов сжигания топлива из биомассы, т.е. элементарного и органического углерода (ЕС, ОС). Измеренные концентрации ЕС в холодное (осень-зима) и теплое время года (весна-лето) составили  $3,43 \pm 1,3 \text{ мкг/м}^3$  и  $2,5 \pm 1,2 \text{ мкг/м}^3$ , соответственно. Регрессионный анализ концентраций ЕС и ОС и расчет обратных траекторий воздушных масс уточнили происхождение углерода в аэрозоле.

**Ключевые слова:** состав атмосферы, углеродсодержащий аэрозоль, абсорбция; эквивалент; сжигание ископаемого топлива; сжигание древесины; модель HYSPLIT; анализ чувствительности; полиномиальная регрессия.

## ТАҒЙИРЁБИИ КОНСЕНТРАТСИЯИ КАРБОНИ ЭЛЕМЕНТАРӢ ДАР АТМОСФЕРАИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Шарипов С.Р., Абдуллоев С.Ф., Маслов В.А., Абдурасулова Н.А., Шерматов Д.С.

Дар мақола натиҷаҳои ченкунии консентратсияи карбони элементарӣ дар атмосфера оварда шудааст. Ченкуниҳои дар станцияи назоратии лабораторияи физикаи атмосфераи Институти ба номи С.У.Умарови АМИТ (координатҳо: 38°33'33"арзи шимолӣ; 68°51'23" тӯли шарқӣ; баландии 876м) дар шаҳри Душанбе аз моҳи март соли 2015 то апрели соли 2016 гузаронда шуданд. Дар бораи таркиби химиявии параметрҳои асосии сӯзишворӣ аз биомасса маълумот дода мешавад, яъне карбони элементарӣ ва органикӣ (ЕС, ОС). Консентратсияи ченшудаи ЕС дар мавсими сард (тирамоҳ-зимистон) ва гарм (бахору тобистон) мутаносибан ба  $3,43 \pm 1,3 \text{ мкг/м}^3$  ва  $2,5 \pm 1,2 \text{ мкг/м}^3$  муқаррар карда шудааст. Таҳлили регрессионии консентратсияи ЕС ва ОС ва ҳисоб кардани траекторияҳои баръакси массаҳои ҳавоӣ пайдоиши карбонро дар аэрозол дақиқ карданд.

**Калимаҳои калидӣ:** таркиби атмосфера, аэрозолҳои карбонӣ, абсорбсия; баробар; сӯзишвории истихроҷшаванда; сӯختани ҳезум; модели HYSPLIT; таҳлили ҳассосият; регрессияи полиномӣ.

## VARIABILITY OF THE CONCENTRATION OF ELEMENTARY CARBON IN THE ATMOSPHERE OF THE DUSHANBE CITY

Sharipov S.R., Abdullaev S.F., Maslov V.A., Abdurasulov N.A., Shermatov D.S.

The paper presents the results of measuring the concentration of elemental carbon in the atmosphere. The measurements were carried out on the territory of the atmospheric monitoring polygon of the Laboratory of Atmospheric Physics of the S.U. Umarov Physical Technical Institute of the NAST (38°33'33" N; 68°51'23"E; altitude 876 m.a.s.l.) in Dushanbe from March 2015 to April 2016. Information is given on the content of the main combustion products of fuel from biomass, i.e. elemental and organic carbon (EC, OC). The measured EC concentrations in the cold (autumn-winter) and warm seasons (spring-summer) were  $3.43 \pm 1.3 \mu\text{g/m}^3$  and  $2.5 \pm 1.2 \mu\text{g/m}^3$ , respectively. The regression analysis of EC and OC concentrations and the calculation of the reverse trajectories of air masses refined the origin of carbon in the aerosol.

**Key words:** atmospheric composition, carbonaceous aerosol, absorption; equivalent; burning fossil fuels; burning wood; model HYSPLIT; sensitivity analysis; polynomial regression.

### Введение

В последнее десятилетие элементарный углерод (ЕС) или «черный углерод» выделяют как компонент аэрозоля, представляющий особый интерес, он стал одной из ключевых целей исследований изменения климата и атмосферных факторов, воздействующих на здоровье [1]. Углеродные частицы в воздухе влияют на радиационный баланс, отражая и поглощая солнечное излучение (прямое воздействие), а также действуют как ядра конденсации облаков, изменяя свойства облаков (косвенное воздействие) [2]. Компоненты светопоглощающих частиц нагревают атмосферу, противодействуя охлаждению, вызванному рассеивающими свет частицами. ЕС является наиболее эффективным в видимом спектре светопоглощающим видом взвешенных в воздухе твердых частиц (ТЧ) и, таким образом, отвечает за большую часть положительного радиационного воздействия, вызванного аэрозолями [2-3]. Якобсон показал, что ЕС можно считать вторым по важности компонентом глобального потепления, с точки зрения прямого воздействия, поскольку его эффект потепления превышает эффект  $\text{CH}_4$  [2-4]. Из-за относительно короткого времени жизни элементарного углерода в атмосфере его радиационное воздействие прекращается в течение нескольких недель после выброса, что делает этот вид аэрозоля очень важным для стратегий смягчения последствий изменения климата. В этой связи идентификация источников выбросов ЕС и их мощности имеет решающее значение для глобального контроля загрязнения воздуха и разработки экологической политики. Следует также отметить, что аэрозоли, образующиеся при горении (включая ЕС), связаны с неблагоприятными последствиями для

здоровья и считаются более вредными, чем другие антропогенные и природные компоненты частиц [2-5].

Углерод может входить в состав атмосферного аэрозоля как в элементарной форме (ЕС), так и в составе различных органических соединений (органический углерод – ОС). Элементарный углерод образуется, главным образом, при неполном сгорании биогенных материалов (древесины, нефти и ее производных, угля), поэтому он является основным компонентом, так называемого, сажевого аэрозоля.

В городской среде ЕС, в основном, выбрасывается в атмосферу автотранспортом и отопительными системами на основе ископаемого топлива или биомассы. Сжигание ископаемого топлива и особенно загрязнение автотранспортом в течение нескольких десятилетий были в центре внимания исследований и усилий по контролю качества воздуха. Но в последнее время внимание также уделяется сжиганию биомассы как потенциально значимому источнику загрязнения воздуха для городского населения. Дым от сжигания биомассы (ВВ) производится при контролируемом сжигании (таком как сельскохозяйственные пожары) и при лесных пожарах, и переносится в городскую среду из региональных или более удаленных источников, а также возникает при сжигании биомассы для отопления жилых помещений в зимний сезон.

Эпидемиологические и токсикологические исследования предоставили доказательства связи воздействия древесного дыма с рядом негативных последствий для здоровья, включая снижение функции легких и сердечнососудистые эффекты [6].

**Материалы и методы.** В настоящей работе представлены результаты измерений ОС и ЕС, проводившихся непрерывно лабораторией физики атмосферы ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ совместно с Институтом тропосферных исследований Германии им. Лейбница (Лейпциг) с марта 2014 по сентябрь 2016 г.

Изучение карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля проводилось на станции атмосферного мониторинга лаборатории физики атмосферы ФТИ НАНТ, (38°33'34''с.ш., 68°51'22''в.д.). Станция расположена в восточной части г. Душанбе на высоте 864 м над уровнем моря, на расстоянии 10 км от центра города, по соседству с селением, пользующимся печным отоплением. Сбор атмосферного аэрозоля с частицами размеров до 10 мкм (PM10) на поверхность кварцевых фильтров типа quartz fiber filters (МК 360, MUNKTELL) проводился высокообъемным пробоотборником DHA-80, DIGITEL в течение 72 часов (объем пробоотбора в период эксперимента CADEX составил 1520 м<sup>3</sup>). Общее количество проб атмосферного аэрозоля с частицами до 10 мкм – 181. Собранные пробы отправлялись в Германию (Лейпциг) в Институт тропосферных исследований (TROPOS). Пробы хранились в специальных контейнерах в морозильной камере до момента лабораторного анализа. Органический и элементарный углерод анализировали двухстадийным термографическим методом (C-mat 5500, Ströhlein, Germany) с недисперсионным инфракрасным датчиком (NDIR), как описано в [10,11]. Пределы обнаружения для анализа кварцевого фильтра составляли 30 нг/м<sup>3</sup> для ЕС и 100 нг/м<sup>3</sup> для ОС. Для оценки аэрозольного загрязнения атмосферы использовались данные станции АЭРОНЕТ в г. Душанбе [12]: аэрозольная оптическая толщина и параметр Ангстрема в период измерения.

**Результаты и обсуждение.** Для более четкого понимания того факта, что величина концентрации элементарного углерода в холодные периоды года в атмосферном аэрозоле выше, чем в теплые сезоны, см. рис. 1.

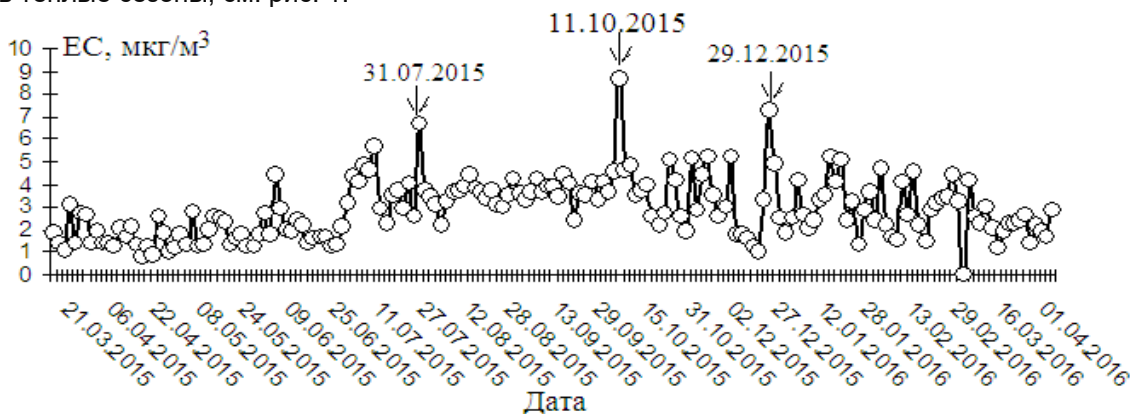


Рисунок 1- Динамика массовой концентрации аэрозольного элементарного углерода (ЕС) с марта 2014 по сентябрь 2016 гг.

Таджикистан является одной из стран, в которой, помимо уже известного повышенного фонового уровня регионального загрязнения в теплый период года [7-8], наблюдается значительный рост использования сжигания биомассы для отопления жилых помещений. Следует отметить, что домашнее сжигание древесины в Душанбе, в основном, происходит в низкоэффективных системах сжигания, что еще больше усугубляет загрязнение воздуха из этих

источников. Судя по исследованиям распределения источников загрязнений, посвященным эволюции вкладов источников ТЧ, за одно десятилетие в Таджикистане доля сжигания биомассы увеличилась с 82% до 92% [8], в 1990 – 1998 г.

Экспериментальные данные были подвергнуты статистической обработке методом полиномиальной регрессии, который является одним из форм регрессионного анализа. При построении регрессии – подбирается такая линия (т.е. функция), которая наиболее точно аппроксимирует множество экспериментальных точек [9]. Полиномиальная регрессия позволяет определить взаимосвязь концентраций органического (ОС) элементарного углерода (ЕС) атмосферного аэрозоля и характерные коэффициенты детерминации и корреляции.

На рис. 2 приведены результаты применения метода полиномиальной регрессии для оценки взаимосвязи содержания органического (ОС) и элементарного углерода (ЕС). В теплый сезон года содержание ЕС низкое тогда, когда низко и содержание ОС, хотя общее содержание органического углерода гораздо выше. В холодное время года из-за начала отопительного сезона в аэрозоле резко возросло содержание продуктов сгорания топлива (ОС), однако увеличилось в целом и содержание элементарного углерода.

Для выявления роли процессов дальнего переноса карбоновых компонент аэрозоля были проведены расчеты траекторий движения воздушных масс методом обратных траекторий. Этот метод является эффективным инструментом для анализа переноса в атмосфере загрязняющих примесей и определения их возможных источников. С его помощью исследуются типичные пути дальнего переноса атмосферных примесей во многих регионах земного шара [10 - 12]. Определение обратной траектории позволяет оценить возможные источники загрязнения воздушных масс, достигающих точки наблюдения на разной высоте.

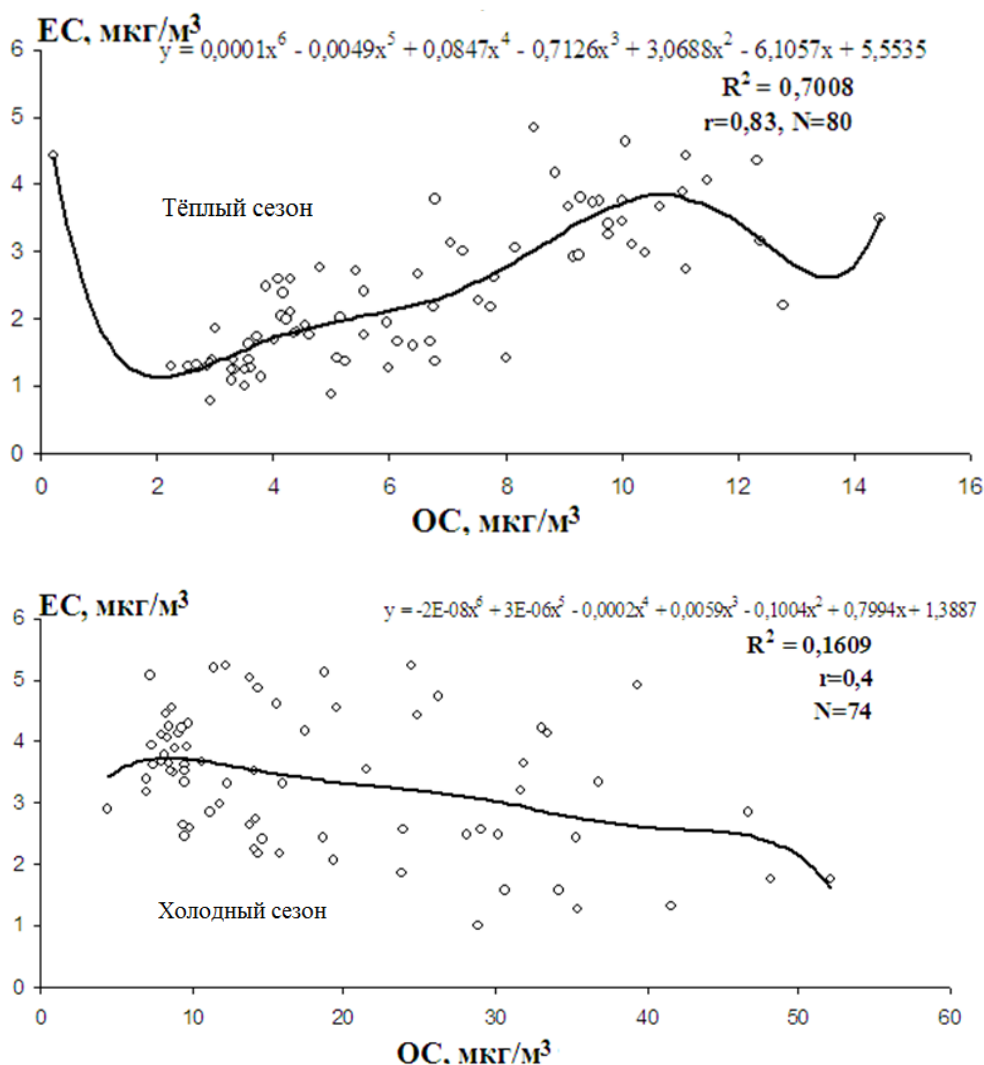


Рисунок 2-Полиномиальная регрессия между концентрациями органического (ОС) и элементарного углерода (ЕС) для теплого и холодного сезонов года

Этот метод использован для выяснения расположения возможных источников, создававших максимальные концентрации ионов аэрозоля в г. Душанбе, в период эксперимента. Для определения обратной траектории загрязнения использовались данные HYSPLIT (Hybrid Single Particles Lagrangian Integrated Trajectory model), лаборатории атмосферных ресурсов NOAA [12]. Время движения воздушных масс выбрано 168 часов.

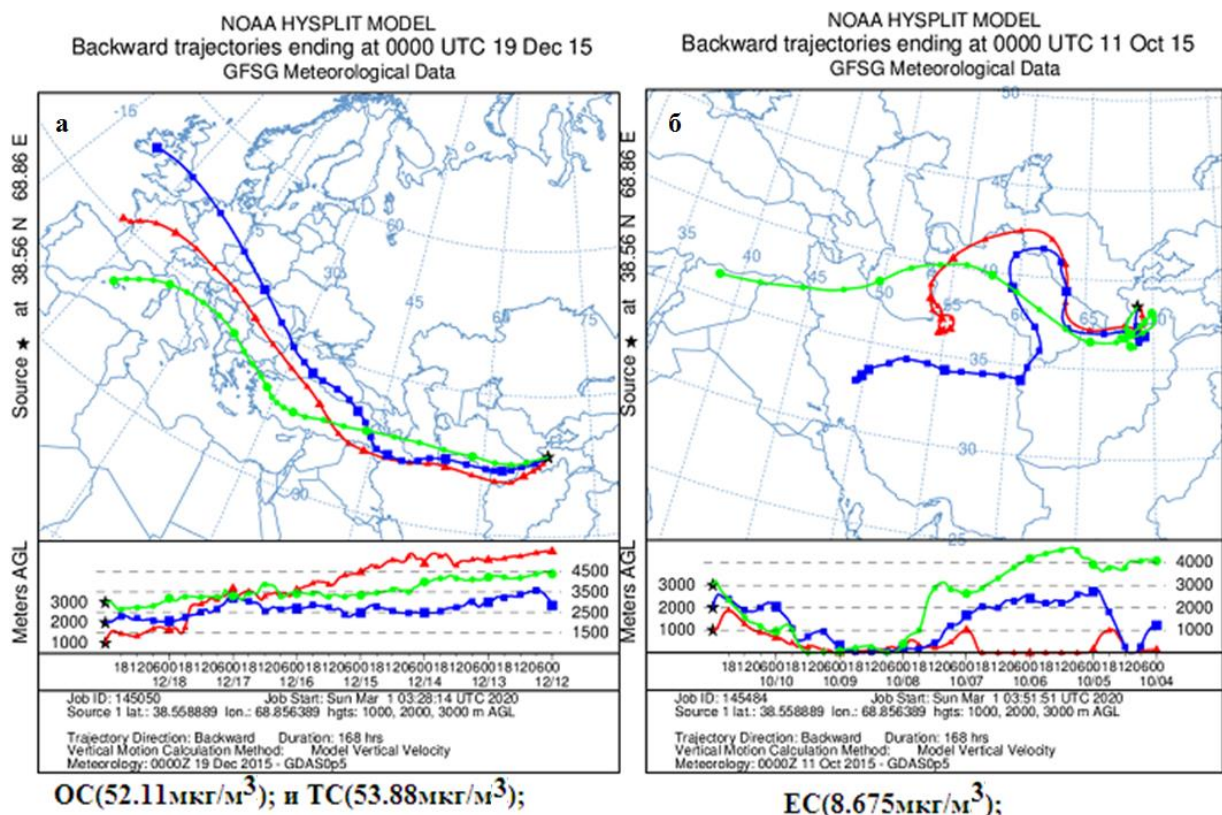


Рисунок 3- (а, б)-Обратные траектории воздушных масс с наибольшими концентрациями углеродных компонент аэрозоля.

На рис. 3 видно, что траектории воздушных масс, соответствующие максимальному содержанию органического углерода, прошли высоко над Европой, Турцией и Ираном и вряд ли могли захватить карбоны с этой территории.

#### Выводы:

Общие требования к мониторингу качества воздуха и оценке атмосферного воздуха: PM<sub>10</sub>, за исключением некоторых газовых загрязнителей; но во многих частях мира не ведется мониторинг концентраций ОС и ЕС.

Скорее всего, источники ОС масляные, находятся на территории Таджикистана вблизи от места сбора проб (Душанбе, Восточные холмы). Траектории воздушных масс для элементарного углерода проходят, в основном, очень низко над Центральной Азией. Возможные источники ЕС могли находиться как на этой территории, так и в Таджикистане.

#### Литература

1. Власенко С.С., Волкова К.А., Ионов Д.В. и др. Изменчивость углеродсодержащей фракции атмосферного аэрозоля вблизи Санкт-Петербурга. - Изв. РАН. Физ. атмос. и океана, 2019, Т.55, №6, с. 147–156.
2. Evangelia D., Kalogridis A. C. Annual Variability of Black Carbon Concentrations Originating from Biomass and Fossil Fuel Combustion for the Suburban Aerosol in Athens, Greece // Atmosphere 2017, №8, V.234, p.2 – 14.
3. Cao J.J., Shen Z., Chow J.C., Qi G., Watson, J.G. Seasonal variations and sources of mass and chemical composition for PM 10 aerosol in Hangzhou, China. - Particuology 2009, V.7, p.161–168.
4. Turpin B.J. Lim H.J. Species contributions to PM2.5 mass concentrations: Revisiting common assumptions for estimating organic mass. - Aerosol Sci. Technol. 2001, v.35, p. 602–610.
5. Абдуллаев С.Ф., Шарипов С.Р., Фомба К.В., Маслов В.А. и др. Исследование карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана (часть 1). - Вестник ТТУ, 2018, т.44, №4, с.36-40.



6. Попова С.А. Макаров В.И. Определение концентраций вторичного органического углерода в аэрозолях континентальной территории. - ИХКГ СО РАН, Новосибирск, 2009, с.1-5.

7. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата. Душанбе. 2003, №259, с.14 – 15.

8. Кондратьев К.Я. Лесные пожары как компонент природной экодинамики. - Оптика атмосферы и океана. 2004, т.17, №4, с. 279–292.

9. Bond T.C., Streets G., Yarber K.F. et al., A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion. - Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2004, v.109, D14203, doi: 10.1029/2003JD003697.

10. Cao J.-J., Zhu C.-S., Tie X.-X. et al., Characteristics and sources of carbonaceous aerosols from Shanghai. - Atmos. Chem. Phys, 2013, v.13, №2, p. 803–817.

11. Cheng Y., He K., Duan F. et al., Ambient organic carbon to elemental carbon ratios: Influence of the thermal-optical temperature protocol and implications. - Sci. Total. Environ, 2014, v.468–469, p. 1103–1111.

12. Fomba, K. W. et al. Long-term chemical characterization of tropical and marine aerosols at the Cape Verde Atmospheric Observatory (CVAO) from 2007 to 2011/ K. W. Fomba, D. van Pinxteren, K. Muller, et al. // Atmos Environ. – 2018. V.176. – P. 60-70.

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

TJ	RU	EN
Шарипов Сафарали Раджабалиевич унвонҷӯ	Шарипов Сафарали Раджабалиевич аспирант	Sharipov Safarali Rajabalievich graduate student
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:safarali.r.sharipov@gmail.ru">safarali.r.sharipov@gmail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Абдуллаев Сабур Фузайлович Доктори илмҳои физика ва математика	Абдуллаев Сабур Фузайлович Доктор физико-математических наук	Abdullaev Sabur Fuzailovich Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:sabur.f.abdullaev@gmail.com">sabur.f.abdullaev@gmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Маслов Владимир Анатольевич Номзади илмҳои физика ва математика	Маслов Владимир Анатольевич Кандидат физико- математических наук	Maslov Vladimir Anatolievich Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:vamaslov@inbox.ru">vamaslov@inbox.ru</a>		
TJ	RU	EN
Абдурасулова Наргис Анваровна Номзади илмҳои физика ва математика	Абдурасулова Наргис Анваровна Кандидат физико- математических наук	Abdurasulova Nargis Anvarovna Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:nargisjon@inbox.ru">nargisjon@inbox.ru</a>		
TJ	RU	EN
Шерматов Дустназар Саидович Доктори илмҳои физика ва математика	Шерматов Дустназар Саидович Доктор физико-математических наук	Shermatov Dustnazar Saidovich Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абӯалӣ ибни Сино	Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино	Tajik State Medical University named after Abuali ibn Sino
<a href="mailto:shermatovdc@mail.ru">shermatovdc@mail.ru</a>		

## ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКА И ХИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНИ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER

УДК: 371:574 (575.3)

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ЭКОЛОГОВ

Саидзода П.Х., Ибрагимзаде Д.Э., Набиев С.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены рекомендации по реализации моделей, которые должны обеспечивать устойчивое функционирование учебного процесса в системе высшего профессионального образования по подготовке инженеров-экологов.

Приведен алгоритм рейтинговой системы контроля знаний в виде блок-схемы, который дает возможность отследить процесс учёбы студентов и качество знаний, касающихся экологического образования.

Установлено, что для выполнения учебных планов и часов считается средний балл студента для каждого семестра в зависимости от количества дисциплин, что дает нам контролировать уровень знаний и постоянного воспитания, и повышения знаний в области экологии.

Определено, что решение стоящих задач автоматизированной информационной системы выстраивается в виде распределённой системы, которая предоставляет порядок сервисов для работы, выполняемой с удаленными пользователями. Поэтому предлагаются различные модели образования на основе фундаментальных принципов экологических идей в образовании природоохранного направления и экологического воспитания студентов ВУЗов Республики Таджикистан, улучшение и повышение доступности, гибкого и индивидуального характера дополнительного профессионального роста в образовании посредством комплексной автоматизации с учётом разработанных механизмов рынка образовательных услуг.

**Ключевые слова:** алгоритм, безопасность, экология, модель, учебный процесс, устойчивое функционирование, Web-сервер.

### ТАВСИЯҶО БАРОИ АМАЛИ НАМУДАНИ МОДЕЛҶОИ УСТУВОРИ РАВАНДИ ТАЪЛИМ ДАР ТАЙЁР КАРДАНИ МУҶАНДИСОНИ СОҶАИ ЭКОЛОГИЯ Саидзода П.Х., Иброҳимзода Д.Э., Набиев С.О.

Дар мақола тавсияҳо оид ба татбиқи моделҳои оварда шудаанд, ки бояд фаъолияти устувори раванди таълимиро дар системаи тахсилоти олии касбӣ оид ба тайёр намудани мутахассисони экологӣ таъмин намоянд.

Алгоритми системаи рейтингии назорати дониш дар шакли блок-схема пешниҳод шудааст, ки имкон медиҳад раванди таълим ва сифати дониши донишҷӯён марбут ба таълими экологӣ пайгири карда шавад.

Муқаррар карда шудааст, ки барои татбиқи нақшаи соатҳои таълимӣ баҳои миёнаи донишҷӯ барои ҳар як семестр вобаста ба шумораи фанҳо ба назар гирифта мешавад, ки ин имкон медиҳад, то ин ки сатҳи дониш ва тақими доимии тарбия ва илмомӯзии донишҷӯ дар соҳаи экология назорат карда шавад.

Муайян карда шудааст, ки ҳалли вазифаҳои системаи иттилоотии автоматикунонидашуда дар шакли системаи тақсимшуда сохта мешавад, ки тартиби хизматрасонию барои кор бо истифодабарандагони дурдаст таъмин менамояд. Аз ин рӯ, моделҳои гуногуни таълим дар асоси принципҳои бунёдии ғояҳои экологӣ дар таълими самти экологӣ ва тарбияи экологии донишҷӯёни мактабҳои олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, тақим ва баланд бардоштани дастрасӣ, хусусияти тағйирпазир ва фардии рушди касбии иловагӣ дар соҳаи маориф тавассути автоматикунонии интегралӣ, бо назардошти механизмҳои таҳияшудаи бозори хизматрасониҳои таълимӣ пешниҳод карда мешавад.

**Калидҳои калидӣ:** алгоритм, бехатарӣ, экология, модел, равандҳои таълимӣ, устувори фаъолият, Web-сервер.

### RECOMMENDATIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF MODELS TO ENSURE THE SUSTAINABLE FUNCTIONING OF THE EDUCATIONAL PROCESS FOR TRAINING ENVIRONMENTAL-ENGINEERS Saidezoda P.Kh., Ibragimzade D.I., Nabiev S.O.

The article provides recommendations for the implementation of models that should ensure the sustainable functioning of the educational process in the system of higher professional education for the training of environmental engineers.

The algorithm of the rating system of knowledge control in the form of a flowchart is given, which makes it possible to track the process of students' learning and the quality of knowledge related to environmental education.

It has been established that for the implementation of curricula and hours, the average student score for each semester is considered, depending on the number of disciplines, which allows us to control the level of knowledge and constant education and improvement of knowledge in the field of ecology.

It is determined that the solution of the tasks of an automated information system is built in the form of a distributed system that provides an order of services for work performed with remote users. Therefore, various models of education are proposed based on the fundamental principles of environmental ideas in the education of the environmental direction and environmental education of students of universities of the Republic of Tajikistan, improving and increasing the availability, flexible and individual nature of additional professional growth in education through integrated automation, taking into account the developed mechanisms of the educational services market.

**Keywords:** algorithm, safety, ecology, model, educational process, educational and training modules, Web-server.

### Введение

Основным алгоритмом рейтинговой системы контроля знаний является полный курс обучения по предмету, который разбивается на тематические разделы, контроль по которым обязателен. По окончании обучения по каждому разделу проводится достаточно полный контроль знаний учащихся с оценкой в баллах. В конце обучения определяется сумма набранных за весь период баллов и выставляется общая отметка. Учащиеся, имеющие итоговую сумму баллов по рейтингу от 86 % до 100 %, могут быть освобождены от зачетов или экзаменов.

Использование предлагаемого подхода позволяет в наибольшей степени задействовать весь мотивационный блок и различные каналы приёма-передачи учебной информации, воздействующие на студентов. При этом образуются и многократно усиливаются эффекты обратной взаимосвязи между всеми участниками такого интенсивного применения передовых технологий в образовании. В этом случае и сам преподаватель попадает под влияние таких эффектов, что требует от него высокой концентрации и соответствующего интереса.

Удаленные клиентские приложения создаются с использованием специального набора компонентов, объединенных общим названием DataSnap. Эти компоненты инкапсулируют стандартные транспорты (DCOM, HTTP, сокет) и обеспечивают соединение удаленного клиентского приложения с сервером приложения.

Работа с Datasnap заключается в запросе от сервера данных и вызове серверных методов.

#### 1. Алгоритм процесса рейтинговой оценки учёбы по подготовке инженера-эколога

Контроль и оценивание знаний, навыков и умений обучающихся относятся к первичным структурным компонентам процесса обучения, что согласно принципам систематичности, прочности и последовательности процесса обучения следует выполнять непрерывно в течение обучения [1, 2].

Процесс образования приобретает введение новой системы контроля знаний и оценивания, т.е. систему рейтингового контроля. В Таджикистане рейтинговая система стала использоваться недавно, и то лишь в некоторых высших и средних специальных учебных заведениях в виде эксперимента [3, 4].

Ниже приведен алгоритм рейтинговой системы контроля знаний в основном виде (рис.1-5):

- полный курс обучения по различным дисциплинам распределяется на соответствующие разделы тем, которые необходимо контролировать;
- после завершения, указанного выше обучения по каждому разделу, проводится полное контролирование знаний, получаемых учащимися, в результате которого выводится оценка знаний, выраженная в баллах;
- по завершении обучающего курса устанавливается полностью вся сумма баллов, которые были набраны учащимися за период обучения, при этом ему выставляется общая оценка.

**БЛОК-СХЕМА**

процесса учебы студентов с 1-го по 4-ый курс по специальности 330101-05 (дневной) в Таджикском техническом университете имени академика М. С. Осими

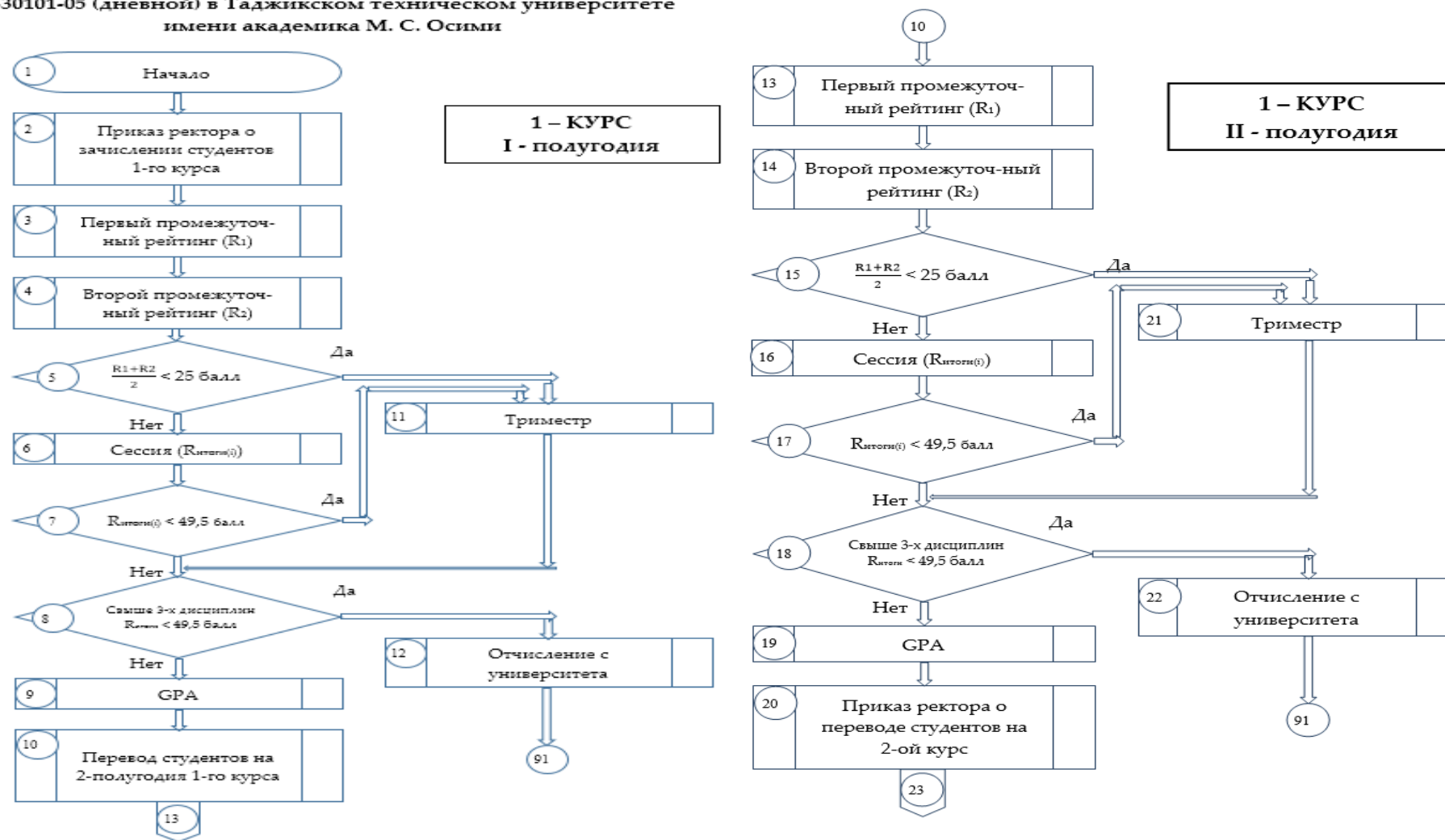


Рисунок 1- Блок-схема алгоритма процесса учёбы студентов.

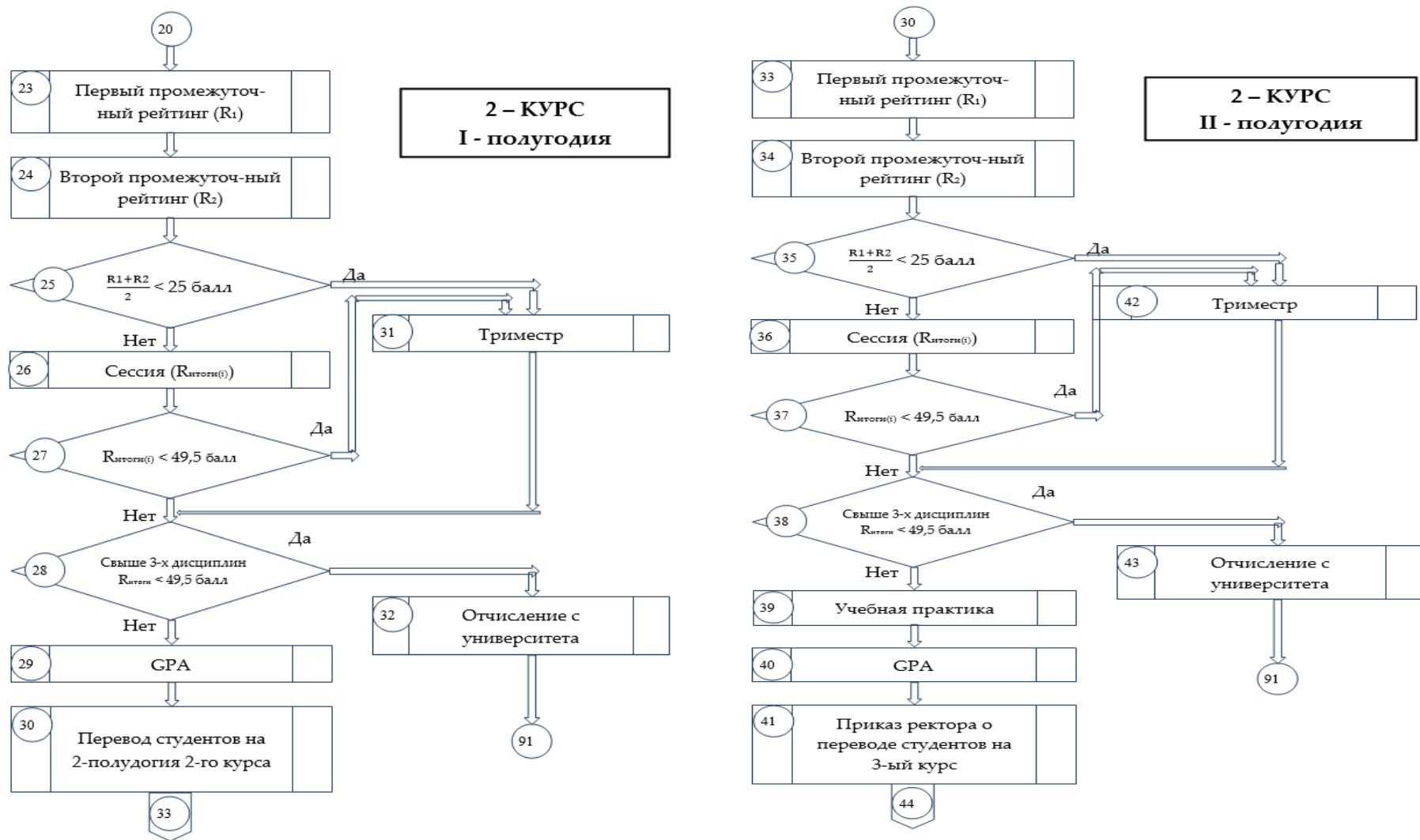


Рисунок 2- Блок-схема алгоритма процесса учёбы студентов (продолжение).

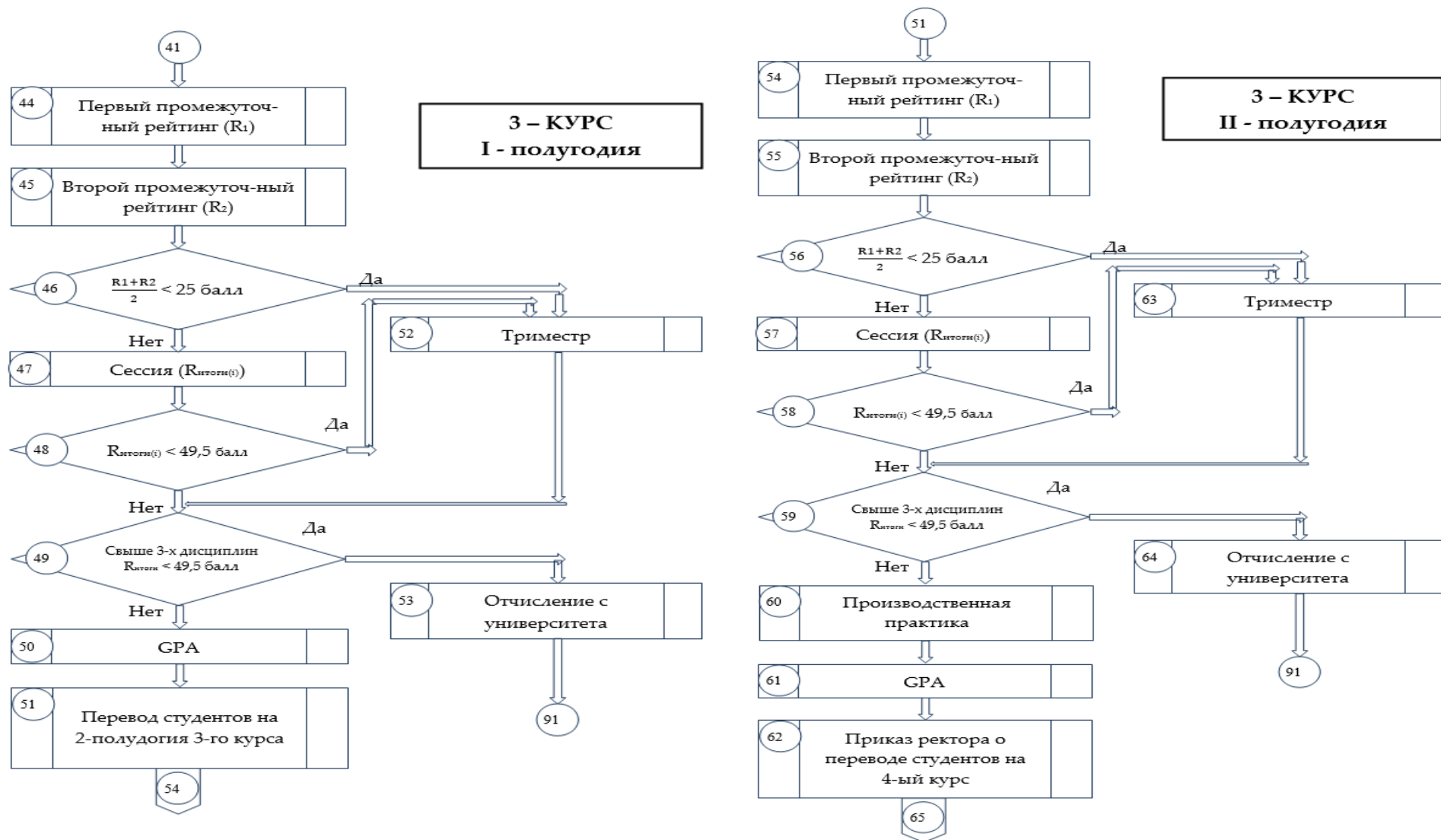


Рисунок 3-Блок-схема алгоритма процесса учёбы студентов (продолжение).

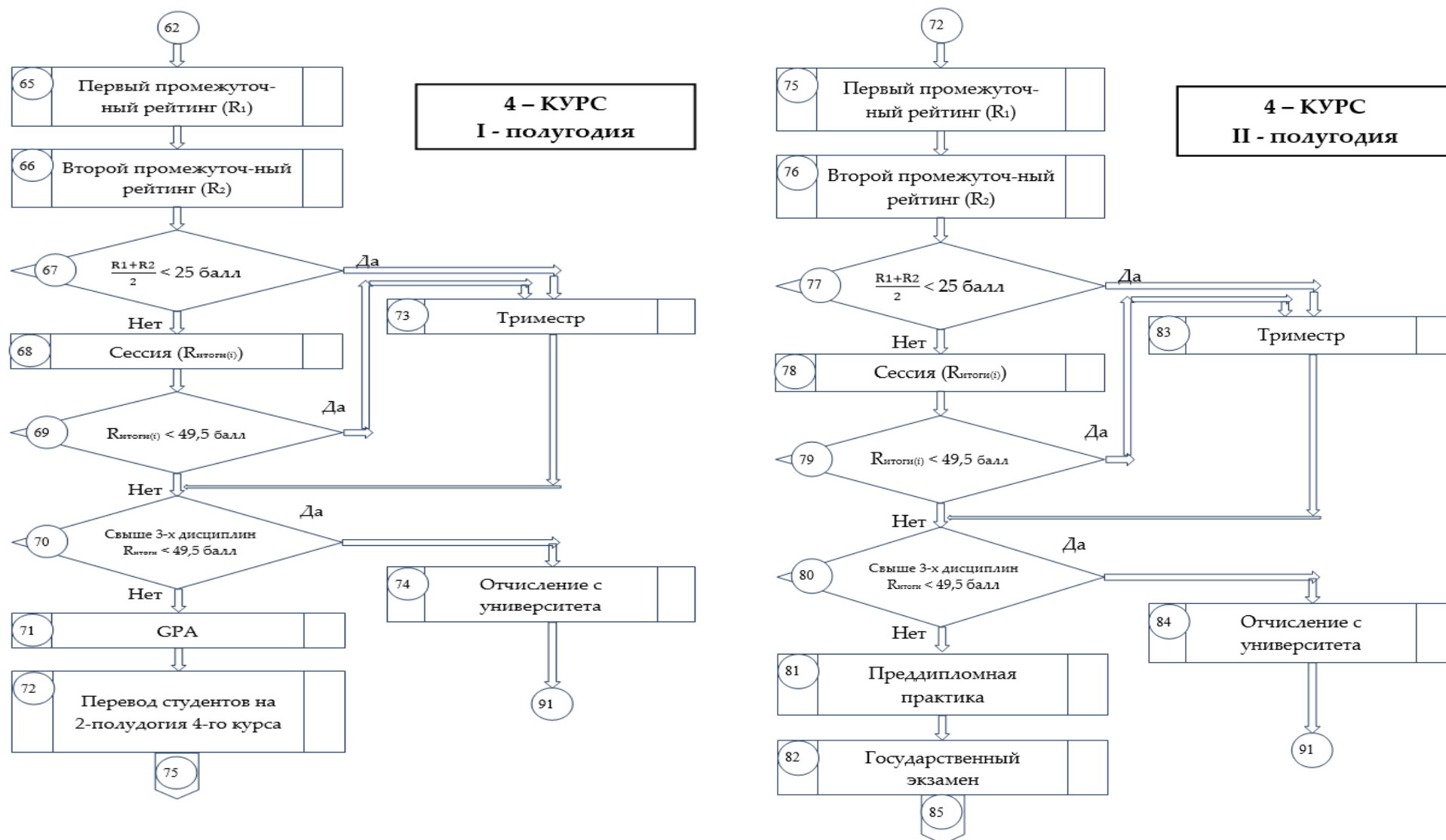


Рисунок 4- Блок-схема алгоритма процесса учёбы студентов (продолжение).

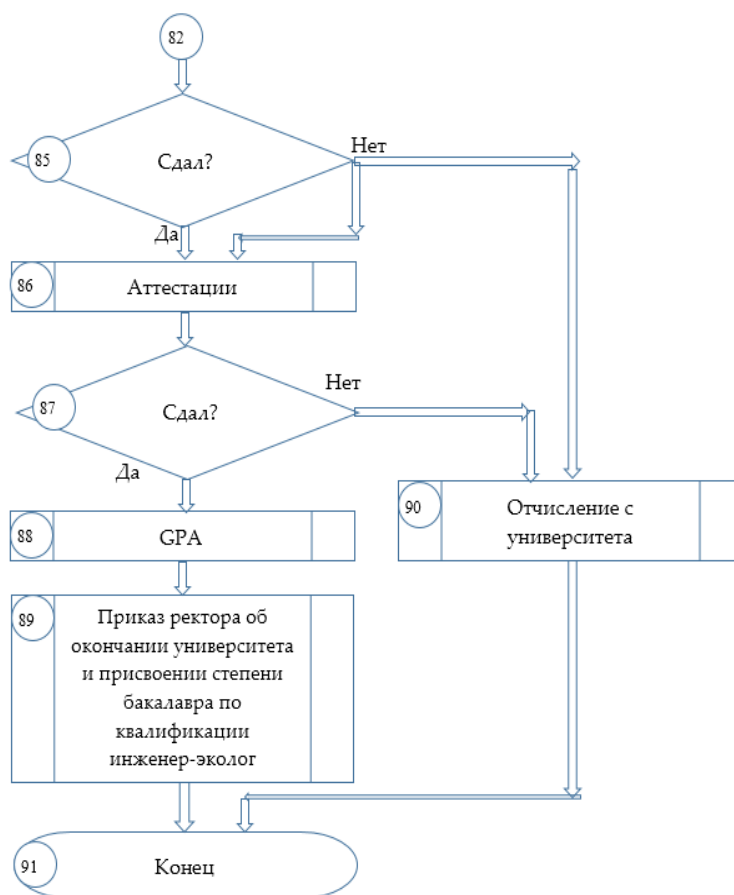


Рисунок 5- Блок-схема алгоритма процесса учёбы студентов (продолжение).

### Выполнение учебных планов и часов

Норматив времени, необходимого для того, чтобы рассчитать объём учебных нагрузок всего профессорско-преподавательского состава, как правило, разрабатывается в зависимости от требований следующих нормативно-правовых актов [5]:

Закона Республики Таджикистан «Об образовании»;

Закона Республики Таджикистан «О высшем и послевузовском образовании»;

Постановления Правительства Республики Таджикистан от 03.03.11 года № 118 «Положение о вузах»;

Инструкции по составлению учебной нагрузки ППС вузов Республики Таджикистан, утвержденная 29.05.2017 года Коллегией Министерства образования и науки Республики Таджикистан за № 7/36;

Локальных нормативных актов Таджикского технического университета имени ак. М. С. Осими.

Для выполнения учебных планов и часов для каждого семестра в зависимости от количества дисциплин считается средний балл студента (GPA) по следующим формулам:

$$GPA = \frac{\sum_1^n \text{БалЭкв} * \text{Кредит}}{\sum_1^n \text{Кредит}}, \text{ средний балл студента в семестре за } n \text{ дисциплин,}$$

здесь, БалЭкв – эквивалент цифровой оценки дисциплины (цифровой);

Кредит – количество кредитов дисциплины (количество кредитов);

n – количество дисциплин, которые преподают в семестре.

Используя формулу среднего балла студента на примере Мирзоева Абдуурофеъ Ашуровича, который поступил на 1 курс в 2014 году по специальности 330101-05 и в 2018 году закончил данную специальность, посчитаем средний балл данного студента за I полугодие 1-го курса:

$$GPA = [(2*1,33) + (4*2,33) + (2*3) + (2*3,67) + (4*3,33) + (3*3,33) + (4*2,33) + (4*3,33) + (3*2,67) + (3*1,67) + (4*3,33)] / (2+4+2+2+4+3+4+4+3+3+4) = [2,66 + 9,32 + 6 + 7,34 + 13,32 + 9,99 + 9,32 + 13,32 + 8,01 + 5,01 + 13,32] / 35 = 97,61 / 35 = 2,79 \text{ оценка.}$$

Так как мы знаем, что студент дневного отделения по степени бакалавриата в течение 4 лет учится 8 семестров, определяется средний балл студента за 4 года.



Таблица 1-Выполнение учебного плана на примере студента 1-го курса дневного отделения по специальности “Инженер-эколог”

2014 - 2015 учебный год, 1 полугодия (1 курс)								
Курс	№	Результат проверки	Наименование дисциплин	Кол-во кредитов	Оценка			
					Общий балл	Буквенный	Цифровой	Обычный
1	1	Экзамен	Геометрическая графика и инженерные черчение	2	50,4	D	1	3
1	2	Экзамен	Физвоспитание	2	83,33	B	3	4
1	3	Экзамен	Организация ЭВМ и системы	2	86,07	B+	3,33	4
1	4	Экзамен	Культурология	2	76,69	B-	2,67	4
1	5	Экзамен	Операционная система Windows	2	65,15	C	2	3
1	6	Экзамен	Физика	4	75,67	B-	2,67	4
1	7	Экзамен	NET программирование	3	87,89	B+	3,33	4
1	8	Экзамен	Алгебра и геометрия	2	79,43	B-	2,67	4
1	9	Экзамен	Русский язык по специальности	3	80,16	B	3	4
1	10	Экзамен	Таджикский язык по специальности	4	76,98	B-	2,67	4
1	11	Экзамен	Иностранный язык по специальности	4	79,72	B	3	4
1	12	Экзамен	Информатика	4	85	B+	3,33	4
ВСЕГО: 12 - предметов				34 - кредита	GPA = 2,79			

GPA = 2,79 оценка (средний балл студента за I полугодие 1 курса);  
 GPA = 2,68 оценка (средний балл студента за II полугодие 1 курса);  
 GPA = 2,51 оценка (средний балл студента за I полугодие 2 курса);  
 GPA = 3,50 оценка (средний балл студента за II полугодие 2 курса);  
 GPA = 3,40 оценка (средний балл студента за I полугодие 3 курса);  
 GPA = 3,57 оценка (средний балл студента за II полугодие 2 курса);  
 GPA = 3,21 оценка (средний балл студента за I полугодие 4 курса);  
 GPA = 3,65 оценка (средний балл студента за II полугодие 4 курса);  
 $GPA = (2,79 + 2,68 + 2,51 + 3,50 + 3,40 + 3,57 + 3,21 + 3,65) / 8 = 25,31 / 8 = 3,16$  оценка (средний балл студента за полный курс бакалавриата).

Это значит, что студент Мирзоев Абдурафоев Ашурович успешно закончил Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими и ему присвоена квалификация инженер-эколог.

С целью создания диаграммы соотношения учебных часов с 1-го по 4-ый курс по специальности 330101-05 (дневного отделения) по блокам рассмотрим следующую таблицу распределения часов, составленную с учётом Учебной программы по специальности «Инженер-эколог», которая утверждена Министерством образования и науки Республики Таджикистан от 01.08.2018 г. (таб. 2).

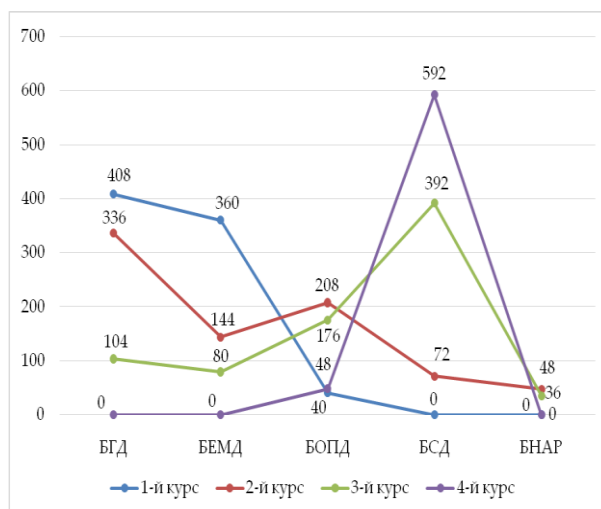


Диаграмма 1. Соотношение учебных часов

БГД - Блок гуманитарных дисциплин (28% из общих часов),

БЕМД - Блок естественно-математических дисциплин (19%),  
 БОПД - Блок общепрофессиональных дисциплин (16%),  
 БСД - Блок специализированных дисциплин (34%),  
 БНАР - Блок внеаудиторной работы (3%)

Таблица 2 -Распределение учебных часов по специальности "Инженер-эколог" для студентов с первого по четвертый курс дневного отделения (330101-05), кредитная система обучения

№	Полугодия	Общее количество учебных часов	в том числе,									
			лекционные		лабораторные		практические		сомостоятельные		практикум	
			час.	проц.	час.	проц.	час.	проц.	час.	проц.	час.	проц.
<b>1-й КУРС</b>												
1	I ПОЛУГОДИЯ (I СЕМЕСТР)	344	136	39,53	16	4,65	176	51,16	16	4,65	0	0,00
2	II ПОЛУГОДИЯ (II СЕМЕСТР)	376	144	38,30	56	14,89	160	42,55	16	4,26	0	0,00
<b>ВСЕГО за 1-й курс:</b>		<b>720</b>	<b>280</b>	<b>38,89</b>	<b>72</b>	<b>10,00</b>	<b>336</b>	<b>46,67</b>	<b>32</b>	<b>4,44</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>2-й КУРС</b>												
3	I ПОЛУГОДИЯ (III СЕМЕСТР)	448	280	62,50	88	19,64	16	3,57143	64	14,29	0	0,00
4	II ПОЛУГОДИЯ (IV СЕМЕСТР)	352	168	47,73	32	9,09	40	11,36	64	18,18	48	13,64
<b>ВСЕГО за 2-й курс:</b>		<b>800</b>	<b>448</b>	<b>56,00</b>	<b>120</b>	<b>15,00</b>	<b>56</b>	<b>7,00</b>	<b>128</b>	<b>16,00</b>	<b>48</b>	<b>6,00</b>
<b>3-й КУРС</b>												
5	I ПОЛУГОДИЯ (V СЕМЕСТР)	384	216	56,25	120	31,25	48	12,50	0	0,00	0	0,00
6	II ПОЛУГОДИЯ (VI СЕМЕСТР)	396	224	56,57	56	14,14	64	16,16	16	4,04	36	9,09
<b>ВСЕГО за 3-й курс:</b>		<b>780</b>	<b>440</b>	<b>56,41</b>	<b>176</b>	<b>22,56</b>	<b>112</b>	<b>14,36</b>	<b>16</b>	<b>2,05</b>	<b>36</b>	<b>4,62</b>
<b>4-й КУРС</b>												
7	I ПОЛУГОДИЯ (VII СЕМЕСТР)	400	256	64,00	16	4,00	128	32,00	0	0,00	0	0,00
8	II ПОЛУГОДИЯ (VIII СЕМЕСТР)	208	128	61,54	48	23,08	32	15,38	0	0,00	0	0,00
<b>ВСЕГО за 4-й курс:</b>		<b>608</b>	<b>384</b>	<b>63,16</b>	<b>64</b>	<b>10,53</b>	<b>160</b>	<b>26,32</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>ИТОГО:</b>		<b>2908</b>	<b>1552</b>	<b>53,37</b>	<b>432</b>	<b>14,86</b>	<b>664</b>	<b>22,83</b>	<b>176</b>	<b>6,05</b>	<b>84</b>	<b>2,89</b>

По диаграмме видно, что на 1 и 2 курсе очень мало выделено часов для блока специализированных дисциплин. Даже на 3 курсе выделены часы для блока гуманитарных дисциплин, что оставляет очень мало часов для других блоков, в том числе и для специализированного блока.

Следует отметить, что при распределении часов, большая часть часов выделяется на гуманитарные дисциплины, а не на специализированные, это приводит к тому, что студент, заканчивая учебное заведение, будет являться неполноценным специалистом.

#### **Использование АИС с целью определения устойчивости образовательных процессов**

Решение стоящих задач автоматизированной информационной системы (АИС) выстраивается в виде распределённой системы, которая предоставляет порядок сервисов для работы, выполняемой с удалёнными пользователями. На сегодняшний день в науке используются системы, предоставляющие пользователю удалённый доступ к данным, которые вводятся на основе технологии «пользователь-сервер» [6, 7].

Главная задача, решаемая с помощью технологии «пользователь-сервер», состоит в максимальном сокращении объема сведений с целью их передачи по сети. Мы можем это утверждать в силу того, что большая часть потерь во времени, а также сбой в работе сети осуществляются благодаря недостаточности её пропускной способности.

Применение решения на основе технологии «пользователь-сервер» предоставляет возможность использовать модель, состоящую из трех звеньев. Эта модель в отличие от модели, состоящей из четырех звеньев, не требует использования web-сервера в качестве промежуточного звена. Кроме того, такое решение предоставляет преимущество осуществления полного контроля подключений пользователей к серверу. С его помощью можно будет обслуживать запросы пользователей путем сокращения количества подключений к серверу базы данных [7, 8].

Для варианта при разработке пользовательского приложения и набора CGI-скриптов (*Common Gateway Interface* — «общий интерфейс шлюза») с применением сервера, взаимодействующих между собой посредством web-сервера или промежуточного сервера, более целесообразно использовать способ установки и настройки web-сервера. Это, прежде всего, посредством сети Internet в соответствии с протоколом HTTP обеспечивает взаимосвязь с

пользователями. При этом для пользователей сервера БД необходимо разработать набор CGI-скрипов, которые могли бы обеспечить удовлетворение запросов пользователей (рис. 3) [9].

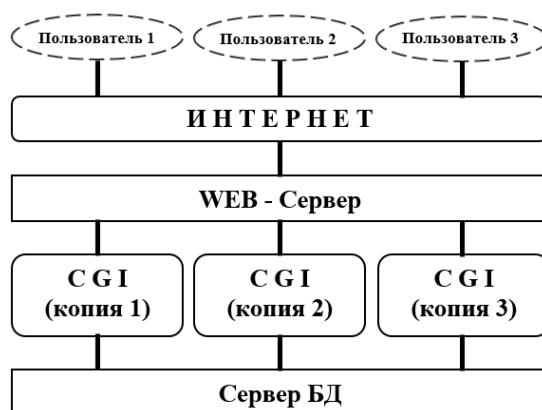


Рисунок 3- Презентация схемы построения приложения для пользователей и серверного набора CGI-скриптов, взаимосвязанных посредством web-сервера

Внедрение осуществляется по следующей схеме работы:

- для пользователя составляют HTTP запрос и посылают на web-сервер;
- Web-сервер после получения запроса запускает работу определенного CGI-скрипта, после чего передает данному скрипту формат запроса пользователя;
- CGI-скрипт после его запуска соединяется с сервером базы данных, затем с учетом полученных размеров запроса пользователя составляет и реализует SQL-запрос к серверу базы данных;
- приняв от сервера базы данных результат запроса, CGI-скрипт осуществляет ответ в виде текстового файла либо файла в формате HTML, который формируется в ответ на запрос пользователя. После этого файл возвращается к web-серверу. В завершении данной опции CGI-скрипт прекращает соединение с сервером базы данных и заканчивает работу;
- в соответствии с протоколом HTTP web-сервер направляет пользователю результат. В свою очередь, пользователь после получения данного ответа, переводит полученный результат в формат, который удобен для дальнейшего использования [10].

По нашему мнению, этот предложенный нами метод позволяет реализовать схему «пользователь-сервер» более эффективно. Это будет способствовать тому, что разработка серверной части программного обеспечения будет намного упрощена [11]. Разработанное серверное ПО заключается в простом применении ряда простейших приложений, то есть CGI-скриптов. С их помощью достигается формирование и выполнение запроса, направляемого на сервер базы данных, что приводит к форматированию результата в виде формата HTML [12].

Таким образом, в результате осуществленного нами анализа вышеприведенных вариантов для реализации взаимосвязи по принципу «пользователь-сервер», а также учитывая рассмотренные преимущества и недостатки каждого варианта, мы приходим к выводу о том, что при построении автоматизированной информационной системы наиболее целесообразным является использование технологии Data Snap [13].

#### Выводы:

- разработан алгоритм рейтинговой системы контроля знаний для полного курса обучения по различным дисциплинам;
- по завершении обучающего курса устанавливается полностью вся сумма баллов, которые были набраны учащимися за период обучения, при этом ему выставляется общая оценка;
- при распределении часов, большая часть часов выделяется на гуманитарные дисциплины, а не на специализированные, это приводит к тому, что студент, заканчивая учебное заведение, будет являться неполноценным специалистом;
- применена технология «пользователь-сервер» для использования модели, состоящей из трех звеньев;
- построена технология Data Snap для автоматизированной информационной системы.

#### Литература

1. Шелупанов А.А., Раводин О.М., Зайцев А.П. Программные среды в дистанционном обучении // Всероссийская конференция 'ЕОИС-2003'- 2003.
2. Андреев А.А., Солдаткин В.И. Информационно-образовательная среда открытого образования и переподготовка кадров // X Всероссийская научно- методическая конференция "Телематика'2003" -2003.
3. Бабешко В.Н., Нежурина М.И. Принципы построения информационно-образовательной среды масштаба вуза // Основные направления развития образовательных электронных изданий и ресурсов: Материалы науч.- практич. конф. - М,~: РМЦ, 2002. - С. 124-131.

4. Бабешко В.Н., Нежурина М.И. Практика обеспечения качества программных комплексов для дистанционного обучения // Качество. Инновации. Образование. - М.: Европейский центр по качеству, 2003. - № 1 (5), январь- март. - С. 60-65.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. -М.: Наука, 1976. -280с.
6. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. М.: Метал-лургия, 1968. - 155 с.
7. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965. - 340 с.
8. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Л.: Судостроение, 1980. - 384 с.
9. Джон Скит. С# для профессионалов: тонкости программирования, 3-е издание, новый перевод = C# in Depth, 3rd ed. — М.: «Вильямс», 2014. — 608 с.
10. Эндру Троелсен. Язык программирования С# 5.0 и платформа .NET 4.5, 6-е издание = Pro C# 5.0 and the .NET 4.5 Framework, 6th edition. — М.: «Вильямс», 2013. — 1312 с.
11. Байрашев К.А. Рейтинговая система оценки знаний студентов как показатель качества учебного процесса [Текст] / К.А. Байрашев // Фундаментальные исследования. - 2007. - №10. - С. 74-78.
12. Верещагин Ю.Ф., Ерунов В.П. Рейтинговая система оценки знаний студентов, деятельности преподавателей и подразделений вуза: Учебное пособие. - Оренбург: ОГУ, 2003. - 105 с.
13. Герова Н.В. Автоматизированная система рейтингового контроля знаний студентов вуза [Текст] / Н.В. Герова // Программные продукты и системы. - 2009. - №4. - С. 33-37.

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

TJ	RU	EN
Саидзода Парвиз Ҳамро муаллими калон	Саидзода Парвиз Хамро старший преподаватель	Saidzoda Parviz Khamro senior lecturer
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:parviz74@bk.ru">parviz74@bk.ru</a>		
TJ	RU	EN
Иброҳимзода Дилшод Эмом д.и.х., и.в. профессор	Ибрагимзаде Дилшод Эмом д.х.н., и.о. профессора	Ibragimzade Dilshod Imom doctor of chemical sciences, and. about. professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:dilshod1975@mail.ru">dilshod1975@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Набиев Сирочиддин Остонович н.и.т., дотсент	Набиев Сироджиддин Остонович к.т.н. доцент	Nabiev Sirojiddin Ostonovich candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:nabiev@tarena.tj">nabiev@tarena.tj</a>		

УДК 004.658.2

## КЛОНИРОВАНИЕ ПОДКЛЮЧАЕМЫХ БАЗ ДАННЫХ В ORACLE DATABASE 18C EXPRESS EDITION

Ходжаев Р.Д., Кабилов Ш.С., Умарализода Р.Ш.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Одной из часто выполняемых функций в процессе модернизации клиентской части информационной системы, работающей с корпоративными базами данных, является создание актуальных рабочих копий баз данных для проведения тестовых операций с данными. Традиционный метод создания рабочей копии базы предполагает физическое манипулирование с базой данных, что может привести к нарушению логической и физической целостности базы данных. В качестве альтернативного варианта предлагается использовать клонирование базы данных. В статье пошагово описывается процесс клонирования баз данных в составе единой главной базы данных в среде системы управления базами данных Oracle 18c Express Edition.

**Ключевые слова:** Oracle Database, архитектура Multitenant, клонирование баз данных.

## СОХТАНИ КЛОНИ БАЗАИ ДОДАҶОИ ПАЙВАСТШУДА ДАР ORACLE DATABASE 18C EXPRESS EDITION

Хоҷаев Р.Д., Кабилов Ш.С., Умарализода Р.Ш.

Яке аз вазифаҳои зуд-зуд иҷрошаванда дар раванди таҳияи қисми барномавии системаи иттилоотӣ, ки бо пойгоҳи додаҳои корпоративӣ кор мекунад, сохтани нусхаҳои ақтуалии копияи базаи додаҳо барои гузаронидани амалиёти санҷишӣ бо додаҳо мебошад. Усули анъанавии сохтани нусхаи копияи базаи додаҳо манипулятсияи физикии базаи додаҳо дар бар мегирад, ки метавонад ба вайрон кардани бутунияти мантиқӣ ва физикии пойгоҳи додаҳо оварда расонад. Ҳамчун алтернатива, истифодаи клонкунии базаи додаҳо пешниҳод карда мешавад. Ин мақола зина ба зина раванди клон кардани пойгоҳи додаҳо ҳамчун як қузъи базаи додаҳои ягона дар муҳити системаи идоракунии базаи додаҳои Oracle 18c Express Edition тавсиф мекунад.

**Калимаҳои калидӣ:** Oracle Database, архитектураи Multitenant, клонкунии базаи додаҳо.

## CLONING PLUGGABLE DATABASES IN ORACLE DATABASE 18C EXPRESS EDITION

Khodzhaev R.D., Kabilov Sh.S., Umaralizoda R. Sh.

One of the frequently performed functions in the process of updating the client part of the information system working with corporate databases is the creation of actual working copies of databases for conducting test operations with data. The traditional method of creating a working copy of a database involves physical manipulation of the database, which can lead to a violation of the logical and physical integrity of the database. As an alternative, it is proposed to use cloning of the database. This article describes the process of cloning databases as part of a single master database in the Oracle 18c Express Edition DBMS environment.

**Key words:** Oracle Database, Multitenant architecture, database cloning.

### Введение

Известно, что в таких учреждениях как банки и телекоммуникационные компании различные отделы очень часто заказывают новый функционал программного обеспечения (клиентской части) функционирующей информационной системы. При разработке клиентской части (front-end) информационной системы часто возникает необходимость в проведении тестовых операций с актуальной базой данных. Для этого приходится архивировать (BACKUP) содержание основной базы данных, создавать новую базу данных и копировать в неё файлы из архивированной базы данных. Так как базы данных в таких учреждениях являются корпоративными и занимают большой объём памяти на жёстких дисках, в случае, если данную операцию приходится осуществлять много раз, то возникает вероятность нарушения логической и/или физической целостности базы данных.

**Методы и материалы.** В качестве материала исследования был использован многолетний опыт сопровождения корпоративных баз данных, которые показали, что более быстрым и безопасным вариантом решения данной задачи является клонирование базы данных.

**Исследование.** Начиная с Oracle Database 12c, в системе управления базами данных (СУБД) Oracle поддерживается новая архитектура – Multitenant, которая предоставляет возможность использовать множество баз данных для консолидации их в составе единой главной базы данных. Такое объединение упрощает задачи администрирования баз данных. Единая и главная база данных используется в качестве платформы и называется контейнерная база данных (Container Database – CDB), а базы данных, работающие в составе единой контейнерной базы данных, называются подключаемыми базами данных (Pluggable Database – PDB).

**Результаты исследования.** Архитектура Multitenant позволяет создать в Oracle Database 18c Express Edition одну контейнерную и до трех подключаемых баз данных. По умолчанию после установки Oracle 18c Express Edition создается одна контейнерная (CDB) и одна подключаемая (PDB) база данных. Название автоматически созданной PDB после установки Oracle Database 18c

Express Edition – XEPDB1. Ниже, пошагово описывается процесс клонирования подключаемой базы данных XEPDB1 в Oracle Database 18c Express Edition, работающей на виртуальной машине под управлением операционной системы Oracle Linux. Нижеописанные шаги также будут работать с Oracle Database 18c Express Edition, установленной на операционную систему Windows.

### Создание клона подключаемой БД XEPDB1.

Прежде всего необходимо подключиться к контейнерной базе данных под пользователем sys:

```
[oracle@dushanbe ~]$ sqlplus / as sysdba
SQL*Plus: Release 18.0.0.0.0 - Production on Mon Mar 22 15:44:52 2021
Version 18.4.0.0.0
Copyright (c) 1982, 2018, Oracle. All rights reserved.

Connected to:
Oracle Database 18c Express Edition Release 18.0.0.0.0 - Production
Version 18.4.0.0.0
```

Затем проверить список имеющихся подключаемых баз данных (PDB) и их статусы:

```
SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2       PDB$SEED  READ ONLY  NO
3       XEPDB1    READ WRITE NO
```

Можно увидеть, что подключаемая база данных XEPDB1 открыта и работает в режиме чтения и записи данных (Open mode – read write). Для клонирования надо сперва перевести PDB XEPDB1 в режим монтирования (mount), а потом только чтения (read only).

В режиме mount нельзя вносить изменения в объекты и база становится доступной только для администраторов.

```
SQL> alter pluggable database XEPDB1 close;
Pluggable database altered.
```

Еще раз проверяется статус подключаемых баз данных. Результат показывает, что PDB XEPDB1 теперь работает в режиме монтирования (mounted):

```
SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2       PDB$SEED  READ ONLY  NO
3       XEPDB1    MOUNTED
```

Затем PDB XEPDB1 (далее XEPDB1) переводится в режим только чтения (read only). Режим read only позволяет совершать запрос, но не позволяет совершать изменения пользователям.

```
SQL> alter pluggable database XEPDB1 open read only;
Pluggable database altered.
```

Просматривается список PDB и их статусы:

```
SQL> show pdbs;
```

```

CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2      PDB$SEED  READ ONLY  NO
3      XEPDB1    READ ONLY  NO
    
```

Теперь, когда XEPDB1 в режиме только чтения, можно приступить к созданию непосредственно клона этой базы данных. Клон XEPDB1 будет называться MSU. Для создания клона PDB будет использована команда create pluggable database. Если create pluggable database запустить без параметра file\_name\_convert или create\_file\_dest, то можно получить ошибку ORA-65016:

```

SQL> create pluggable database HI from XEPDB1;
create pluggable database HI from XEPDB1
      *
ERROR at line 1:
ORA-65016: FILE_NAME_CONVERT must be specified
    
```

Для того, чтобы данная ошибка не возникала, необходимо указать директорию, где будут созданы файлы для новой PDB MSU. Директорию для файлов клона PDB можно указать с помощью одного из двух параметров в команде create pluggable database: **file\_name\_convert** или **create\_file\_dest**. При указании параметра file\_name\_convert система сама создает поддиректорию MSU в директории /opt/oracle/oradata/XE:

```

SQL> create pluggable database MSU from XEPDB1
file_name_convert = (
'/opt/oracle/oradata/XE/XEPDB1',
'/opt/oracle/oradata/XE/MSU');
Pluggable database created.
    
```

Для параметра create\_file\_dest необходимо предварительно создать директорию операционной системы, иначе можно получить ошибку:

```

SQL> create pluggable database HI from XEPDB1
CREATE_FILE_DEST='/opt/oracle/oradata/XE/HI';
create pluggable database HI from XEPDB1
      *
ERROR at line 1:
ORA-65165: missing or invalid path for file creation /opt/oracle/oradata/XE/HI
ORA-01262: Stat failed on a file destination directory
Linux-x86_64 Error: 2: No such file or directory
    
```

Клонирование PDB было запущено с двумя разными параметрами – file\_name\_convert и create\_file\_dest. В первом случае клон PDB успешно создавался, а во втором случае не создавался, т.к. предварительно не была создана директория для его файлов. Если предварительно создать директорию, то команда успешно создаст клон PDB и с помощью параметра create\_file\_dest. В данном посте клонирование PDB будет осуществлено на примере только одного параметра – file\_name\_convert.

Проверяются имеющиеся PDB и их статусы :

```

SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
    
```

```

2 PDB$SEED READ ONLY NO
3 XEPDB1 READ ONLY NO
4 MSU MOUNTED
    
```

Как можно увидеть, появилась новая PDB MSU, находящаяся в режиме монтирования. Основная PDB XEPDB1 находится в режиме read only. Теперь необходимо перевести эти две PDB в режим чтения и записи. Запускается команда, которая открывает все базы данных в режим чтения и записи, кроме шаблонного PDB (PDB\$SEED).

```

SQL> alter pluggable database all except pdb$seed open read write force;

Pluggable database altered.
    
```

Далее проверяется состояние баз данных:

```

SQL> show pdbs;
CON_ID CON_NAME OPEN MODE RESTRICTED
-----
2 PDB$SEED READ ONLY NO
3 XEPDB1 READ WRITE NO
4 MSU READ WRITE NO
    
```

Как видно, PDB XEPDB1 и MSU теперь находятся в режиме чтения и записи. Последним шагом будет сохранение состояния read write для PDB MSU. Параметр save state позволяет вернуть PDB MSU в текущее состояние (read write) после перезагрузки корневой БД – CDB. Другими словами, после перезагрузки CDB будет осуществлен автоматический запуск PDB MSU также как и XEPDB1.

```

SQL> alter pluggable database MSU save state;

Pluggable database altered.
    
```

Для создания второго клона подключаемой БД XEPDB1 выполняются следующие действия. Подключение к CDB под пользователем sys:

```

[oracle@dushanbe ~]$ sqlplus / as sysdba
SQL*Plus: Release 18.0.0.0.0 - Production on Mon Mar 22 15:44:52 2021
Version 18.4.0.0.0
Copyright (c) 1982, 2018, Oracle. All rights reserved.
Connected to:
Oracle Database 18c Express Edition Release 18.0.0.0.0 - Production
Version 18.4.0.0.0
    
```

Просматриваются имеющиеся подключаемые базы данных и их статусы:

```

SQL> show pdbs;
CON_ID CON_NAME OPEN MODE RESTRICTED
-----
2 PDB$SEED READ ONLY NO
3 XEPDB1 READ WRITE NO
4 MSU READ WRITE NO
    
```



Выполняется перевод PDB XEPDB1 в режим монтирования и проверяется, что она теперь работает в другом режиме (mounted).

```
SQL> alter pluggable database XEPDB1 close;
Pluggable database altered.
SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2  PDB$SEED  READ ONLY  NO
3  XEPDB1    MOUNTED
4  MSU      READ WRITE  NO
```

Затем XEPDB1 переводится в режим read only и снова просматривается состояние PDB.

```
SQL> alter pluggable database XEPDB1 open read only;
Pluggable database altered.
SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2  PDB$SEED  READ ONLY  NO
3  XEPDB1    READ ONLY  NO
4  MSU      READ WRITE  NO
```

Создается еще один клон базы XEPDB1, который будет называться TTU.

```
SQL> create pluggable database TTU from XEPDB1
file_name_convert = (
'/opt/oracle/oradata/XE/XEPDB1',
'/opt/oracle/oradata/XE/TTU');
Pluggable database created.
ERROR at line 1:
ORA-65010: maximum number of pluggable databases created
```

Видно сообщение о том, что клон (еще одна подключаемая БД) создан, однако при этом достигнуто максимально возможное количество (три) подключаемых БД в Oracle Database 18c Express Edition.

Просматриваются все имеющиеся подключаемые БД и видно, что новая PDB TTU создана и работает в режиме mounted:

```
SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2  PDB$SEED  READ ONLY  NO
3  XEPDB1    READ ONLY  NO
4  MSU      READ WRITE  NO
5  TTU      MOUNTED
```

Все PDB, кроме PDB\$SEED, переводятся в режим чтения и записи и проверяются их статусы:

```
SQL> alter pluggable database all except pdb$seed open read write force;
Pluggable database altered.
SQL> show pdbs;
CON_ID  CON_NAME  OPEN MODE  RESTRICTED
-----  -
2      PDB$SEED  READ ONLY  NO
3      XEPDB1    READ WRITE NO
4      MSU       READ WRITE NO
5      TTU       READ WRITE NO
```

Сохраняется состояние нового клона для будущего автоматического запуска после перезагрузки CDB: На этом завершается описание создания двух новых клонов Pluggable Database XEPDB1 в Oracle Database 18c Express Edition.

```
SQL> alter pluggable database TTU save state;
Pluggable database altered.
```

**Вывод:**

Предложенная вышеописанная процедура клонирования баз данных значительно упрощает и ускоряет процесс разработки программного приложения (клиентской части) действующей информационной системы в больших компаниях, использующих корпоративные базы данных. Использование клонированных баз данных в целях проведения аналитической работы уменьшает трафик запросов к основной базе данных.

**Литературы:**

1. Кайт, Т. Oracle для профессионалов. Архитектура, методики программирования и особенности версий 9i, 10g и 11g / Т. Кайт. - М.: Диалектика / Вильямс, 2019. - 430с.
2. Кайт, Томас Oracle для профессионалов. Технологии и решения для достижения высокой производительности и эффективности / Томас Кайт, Дарл Кун. - М.: Вильямс, 2020. - 960 с.

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

TJ	RU	EN
Хочаев Рустам Давлятмурадович муаллими калон	Ходжаев Рустам Давлятмурадович к.т.н., старший преподаватель	Khojaev Rustam Davlyatmuradovich senior lecturer
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:rkhodjaev@hotmail.com">rkhodjaev@hotmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Кабиллов Шавкат Соибҷонович н.и.т., и.о.дотсент	Кабиллов Шавкат Саибджонович к.т.н., и.о. доцента	Kabilov Shavkat Saibjonovich Candidate of technical science
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:shavkab@mail.ru">shavkab@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Умарализода Рачаб Шамс н.и.т., дотсент	Умарализода Раджаб Шамс к.т.н. доцент	Umaralizoda Rajab Shams Candidate of technical science
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:rajab2000@yandex.ru">rajab2000@yandex.ru</a>		

## ТАЪМИНИ АМНИЯТИ ИТТИЛООТИИ СИСТЕМАҲОИ АМАЛИЁТӢ БО МАҚСАДИ ИСТИФОДАИ ПУРСАМАРИ ОНҲО

Ёров М.Р., Комилиён Ф.С.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар мақола масъалаи таъмини амнияти иттилоотии системаҳои амалиётӣ бо мақсади истифодаи пурсамар ва безарари онҳо баррасӣ шуда, равишҳои гузариш аз системаҳои амалиётӣ ҳифзнашаванда ба системаҳои амалиётӣ ҳифзшаванда таҳқиқ ва нишон дода шудаанд.

Қайд гардидааст, ки дар амалия маҳз системаҳои амалиётӣ ҳифзнашаванда аз ҳама бештар мавриди таҳдидҳои иттилоотӣ қарор мегиранд. Барои рафъи таҳдидҳои имконпазире, ки зимни истифодаи системаҳои амалиётӣ ба вуқӯъ пайваста метавонанд, бо истифода аз чадвали маълумоти оид ба муҳлатҳои ҳифзи бехатарии системаҳои амалиётӣ ширкати Microsoft, дастури методи минималие пешниҳод шудааст, ки риоя ва иҷрои ҳатмии бандҳои он ба муассир гаштани амнияти иттилоотии системаҳои амалиётӣ меорад.

**Калимаҳои калидӣ:** системаи амалиётӣ, амнияти иттилоотӣ, ҳифзи иттилоот, компютер, иттилоот, истифодабаранда, барномаи компютерӣ, вируси барномавӣ, дастури методӣ.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ЦЕЛЮ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ёров М.Р., Комилиён Ф.С.

В статье рассмотрен вопрос обеспечения информационной безопасности операционных систем с целью их эффективного и безвредного использования, а также исследованы и показаны подходы к переходу от незащищенных операционных систем к защищенным операционным системам.

Отмечено, что на практике больше всего от информационных угроз страдают незащищенные операционные системы. В целях устранения возможных угроз, которые могут возникнуть при использовании операционных систем, с помощью таблицы данных о сроках защиты операционных систем компании Microsoft предлагается минимальное методическое пособие, обязательное соблюдение и выполнение его пунктов, эффективная информационная безопасность операционных систем.

**Ключевые слова:** операционная система, информационная безопасность, защита информации, компьютер, информация, пользователь, компьютерная программа, программный вирус, методическое руководство.

## ENSURING INFORMATION SECURITY OF OPERATING SYSTEMS FOR THEIR EFFICIENT USE

Yorov M.R., Komiliyon F.S.

The article considers the issue of ensuring the information security of operating systems for the purpose of their efficient and harmless use, as well as explores and shows approaches to the transition from unprotected operating systems to secure operating systems.

It is noted that in practice, unprotected operating systems suffer the most from information threats. In order to eliminate possible threats that may arise when using operating systems, with the help of a table of data on the terms of protection of operating systems, Microsoft offers a minimum methodological guide, mandatory observance and implementation of its points will make the information security of operating systems effective.

**Keywords:** operating system, information security, information protection, computer, information, user, computer program, software virus, methodical guide.

### Муқаддима

Имрӯз дар кулли мамлакатҳои ҷаҳон, аз ҷумла дар Тоҷикистон, ташаккули бозори маҳсулот ва хизматрасониҳои иттилоотӣ бо суръати баланд пеш рафта истодааст. Рушди муносибатҳои бозорӣ боиси ривож ёфтани фаъолияти иттилоотии одамон гашта, масъалаи ҳифзи иттилоотро ҳамчун ҳифзи объекти сармояи зеҳнӣ ва ҳуқуқи моликият бар он пуршиддат гардондааст.

Дар Тоҷикистон дар ин ҷода якҷанд санадҳои ҳуқуқи меъёрӣ, масалан Стратегияи давлатии «Технологияҳои иттилоотӣ коммуникатсионӣ барои рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон» (соли 2003), «Концепсияи амнияти иттилоотии Ҷумҳурии Тоҷикистон» (соли 2003), «Концепсияи сиёсати давлатии иттилоотии Ҷумҳурии Тоҷикистон» (соли 2008), «Тартиби талаботи ягона барои веб-сайт ва шабакаи маҳдуди баҳисобгирии мақомоти идораи давлатӣ» (соли 2011), «Ҳуқумати электронӣ: пешомад ва мушкилиҳо» (соли 2013) ва ғайра қабул шудаанд, ки бо ёрии онҳо соҳаҳои амният ва хизматрасониҳои иттилоотӣ танзим ва идора карда мешаванд [2-11].

Бояд зикр намуд, ки вобаста ба масъалаҳои ҳифзи иттилоот ва хизматрасониҳои иттилоотӣ муҳаққиқон ва олимони ватанию хориҷӣ, аз ҷумла И.Н. Василева, И.Г. Гниденко, И.В. Егорова, М.Р. Ёров, Ф.С. Комилиён, И.Л. Қосимов, А.М. Полегенко, М.А. Попов, З.Ф. Раҳмонзода, И.М. Саидзода, Б.Ф. Файзализода, Д.Ю. Федоров ва дигарон таҳқиқотҳои зарурӣ анҷом дода, маводҳои илмӣ зиёде ба нашр расонидаанд [1-11; 13-14].

Масалан, муҳаққиқони рус И.Г. Гниденко ва И.В. Егорова дар мақолаи «Роҷеъ ба мушкилоти муносири амнияти иттилоотӣ» [1] андешаҳои худро вобаста ба масъалаи амнияти иттилоотии замони

муосир ва махсусиятҳои ҳифзи иттилоот дар шабакаҳои гуногуни компютерӣ баён намуда, сабабҳои ба мушкилот дучор омадани ин соҳаро таҳқиқ ва таҳлил намудаанд.

Муҳаққиқон яке аз сабабҳои асосии зуд раҳна шудани иттилоотро дар шабакаҳои компютерӣ бештар ба он вобаста мешуморанд, ки имрӯз фисади зиёди корбарони шабакаҳо зимни ниғаҳдорӣ, коркард ва интиқоли иттилоот аз шаклҳои рамзгузори бисёр сода ва маъмул, ба монанди ному насаб, санаи таваллуд, рақами телефон ва ғайра истифода мебаранд ва муддатҳои дуру дароз як калидрамзро дар якҷанд барнома, сомона ва низомҳои ҷустуҷӯи иттилоот мавриди истифода қарор медиҳанд, ки чандон амали дуруст нест [1].

Муҳаққиқи дигари рус А.М. Полегенко дар мақолаи «Масъалаҳои бехатарии маводҳои интернетӣ» қайд мекунанд, ки истифодаи усули маъмули «тасдиқи дуомила» метавонад боиси эмин нигоҳ доштани калидрамзҳои истифодабарандагони шабакаи Интернет гардад [13].

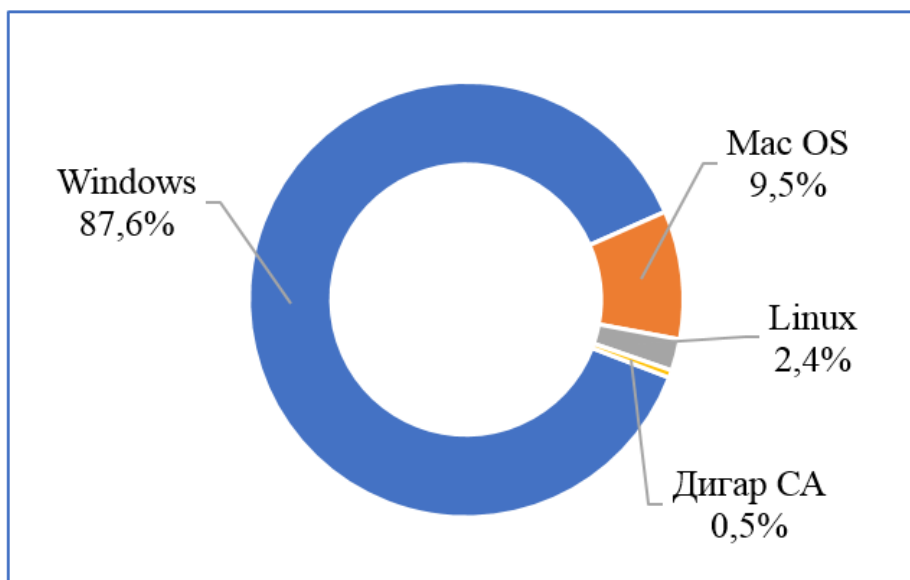
Муҳаққиқон ва шогирдони мактаби илмии профессор Ф.С. Комилиён низ дар алоқамандӣ ба ҳалли масъалаҳои баҳисобгирии шароит ва омилҳои таҳдидкунандаи амнияти иттилоотӣ дар шабакаҳои компютерӣ, таҳдидҳои тасодуфӣ ва ошкоро дар равандҳои иттилоотӣ, таҳдидҳои ғаразнок ва нақшавӣ дар системаҳои компютерӣ, устувории низоми бехатарии иттилоот дар шабака ва ғайра маводҳои илмии зиёде ба нашр расонида, саҳми назарраси худро дар бештар гардонидани сатҳи амнияти иттилоотӣ дар шабакаҳои компютерӣ гузоштаанд [9-11].

Масалан, дар мақолаи «Баҳисобгирии амнияти иттилоотии шабакавӣ дар таҳияи пойгоҳи додаҳо» мо якҷанд усулҳои муосири ҳифзи иттилоотро дар шабака пешниҳод карда, ҳалли масъалаи таъмини амнияти иттилоотиро дар шабака таҳқиқ ва таҳлил намудем ва доир ба тарзҳои амалигардони чорабиниҳои ташкилӣ, профилактикӣ ва техниकीи ҳифзи иттилоот дар системаи барномавӣ-иттилоотии худкор ва худидораи маҳзани маълумоти таҳиянамудаи худ тавсияҳои методӣ пешкаш кардем [6].

Хусусияти фарқкунандаи таҳқиқоти мазкур аз кулли таҳқиқотҳои болозикр дар он зоҳир мегардад, ки дар ин ҷо масъалаи ҳифзи иттилоот ва таъмини амнияти он сирф ба махсусиятҳои системаи амалиётии (минбаъд – СА) Microsoft Windows бахшида шудааст.

#### Қисмати асосии таҳқиқот

Тавре аз ҳисоботи омории агентии маъруфи NetMarketShare бармеояд [16], аини замон дар ҷаҳон 87,6% истифодабарандагони компютерҳо бо навъҳои гуногуни СА MS Windows ва 12,4% истифодабарандагон бо ҳамаи дигар системаҳои амалиётӣ кор мекунанд (расми 1). Яъне, омори мазкур ба он ишора мекунанд, ки имрӯз дар зиёда аз 2 миллиард компютерҳои ҷаҳон навъҳои гуногуни системаи амалиётии MS Windows насб карда шудааст [16].



Расми 1 – Тасвири графیکی ҳиссаҳои истифодабарандагони системаҳои амалиётии гуногун дар ҷаҳон аз рӯи маълумоти омории агентии NetMarketShare [16]

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон низ аксари корбарони компютерҳо асосан аз навъҳои барои онҳо мувофиқи системаи амалиётии MS Windows истифода мебаранд. Махсусан аввалҳои қарни XXI, пас аз муаррифии навъи СА MS Windows XP аз ҷониби ширкати Microsoft, шумораи истифодабарандагони ин системаи амалиётӣ дар кишвари мо якбора афзуд [15].

Амнияти иттилоотии системаи амалиётии MS Windows XP аз ҷониби ширкати Microsoft дар маҷмӯъ 12 сол таъмин карда шуд ва дар ин давра ин СА муътамадона мавриди истифодаи умум қарор дошт. Аммо, 8 апрели соли 2014 ширкати Microsoft ба оламиён оид ба қотеона аз ҳифзи бехатарии СА MS Windows XP даст кашидан, хабар паҳн намуд. Сабаби ин амалашро ширкати

Microsoft чунин маънидод кард: «вақти он расидааст, ки мо ва шариконамон технологияҳои навтаринро сармоягузорӣ намоем ...» [17].

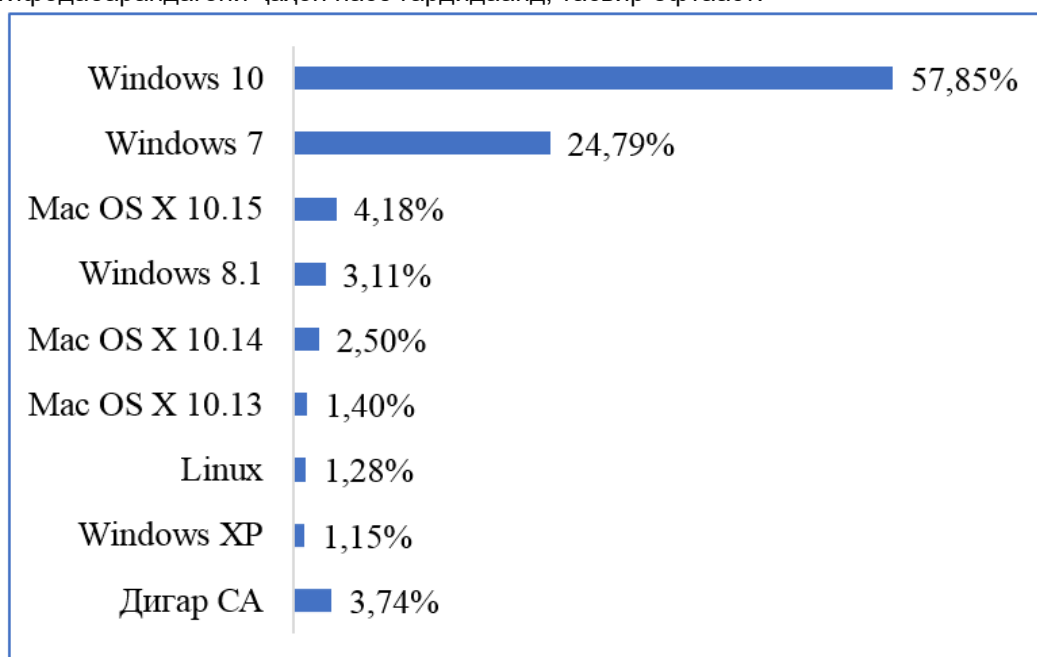
Даст кашидани ширкати Microsoft аз ҳифзи беҳатарию СА MS Windows XP ба пурқувват гаштани таҳдидҳои зиёди иттилоотӣ боис гардид. Таҳдидгарон хеле хуб огаҳ буданд, ки зимни пайдо кардани камбудии системаи амалиёти мазкур, ширкати Microsoft дигар онҳоро бартараф намекунад. Яъне, ин ширкат дигар барои СА MS Windows XP бюллетенҳои беҳатарӣ кор карда намебарояд.

Барои тасдиқи далелҳои зикршуда, як ҳодисаи дар соли 2019 рухдодаро ёдрас мешавем [17]: дар ҳамон соли 2019 ширкати Microsoft роҷеъ ба ҳамлаҳои пай дар пайи таҳдидгарону вайронкунандагони низомҳои компютерӣ ба системаҳои амалиёти навҳои MS Windows XP, MS Windows 7, MS Server 2008 R2 ва MS Windows Server 2008 тавассути барномаи «Идоракунии фосилавии мизи корӣ» хабар паҳн намуд ва барои хотима бахшидан ба ин бенизومیҳо нақшаи гузаронидани якҷанд чорабиниҳои амниятиро кор карда баромад.

Аввалин коре, ки ширкати Microsoft анҷом дод, аз он иборат буд, ки он низомии беҳатарию ҳамаи навҳои системаҳои амалиёти номбаршударо, ба ҷуз аз СА MS Windows XP, таҷдиди назар намуд ва онҳоро бо имконот ва ҳосиятҳои нави амниятӣ пурра гардонид. Дар натиҷа, системаҳои амалиёти мазкур (албатта бидуни СА MS Windows XP) имкони ҳифзи беҳатарию худро аз таҳдидҳои имконпазир пайдо карданд.

Бисёр ҷолиб аст, ки новобаста ба далели мазкур, шумораи истифодабарандагони СА MS Windows XP ҳоло низ коҳиш наёфтааст. Тибқи ҳисоботи агентии NetMarketShare [16], айни замон дар ҷаҳон 1,15% корбарон ё зиёда аз 25 миллион компютер маҳз аз ҳамин системаи амалиётӣ истифода мебаранд.

Дар расми 2 диаграммаи ба ҳиссаҳо ҷудокардашудаи навҳои амалкунандаи системаҳои амалиётӣ, ки тибқи маълумоти омории агентии NetMarketShare [16] дар компютерҳои истифодабарандагони ҷаҳон насб гардидаанд, тасвир ёфтааст.



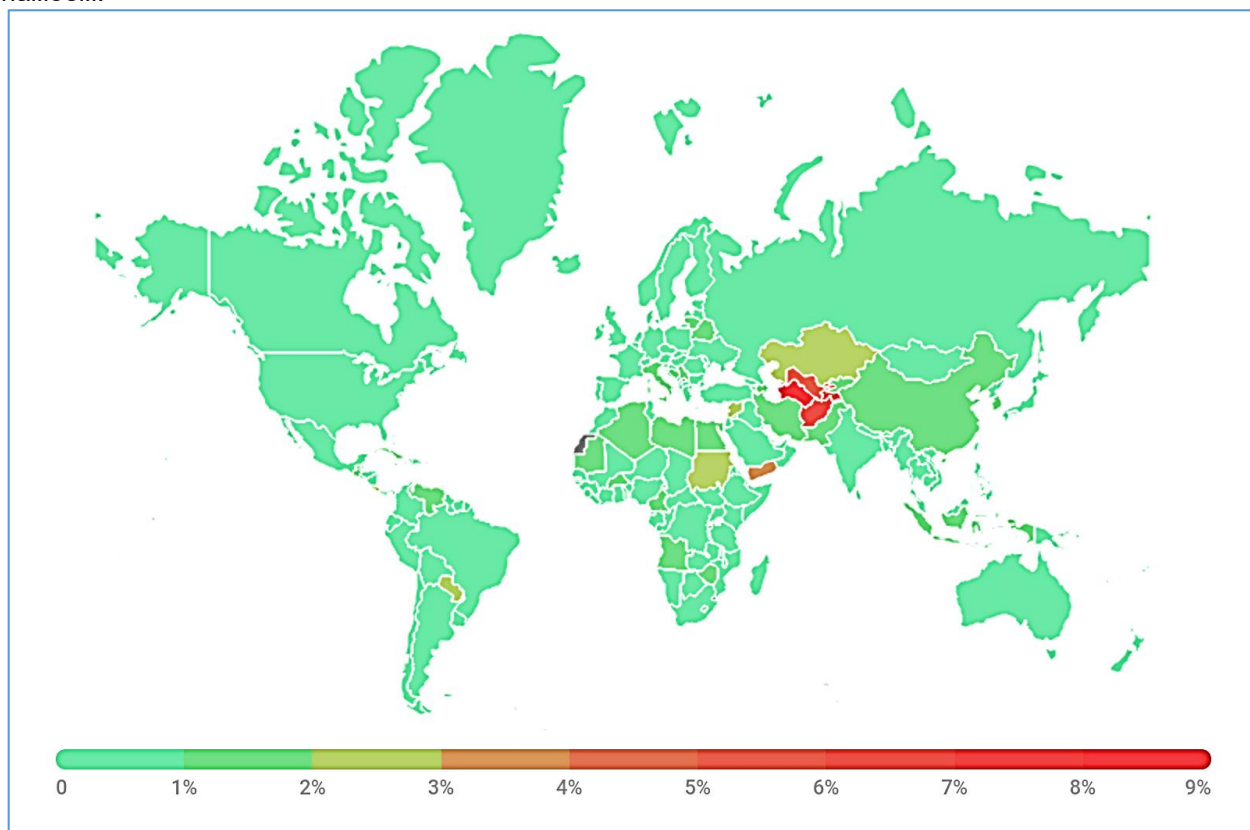
Расми 2 – Диаграммаи ба ҳиссаҳо ҷудокардашудаи навҳои системаҳои амалиётӣ, ки тибқи маълумоти омории агентии NetMarketShare дар компютерҳои истифодабарандагони ҷаҳон насб шудаанд [16]

Дар Тоҷикистон айни замон ягон омили мушаххас вобаста ба шумораи корбарони СА MS Windows XP бурда намешавад, аммо як чиз дақиқан мусаллам аст, ки то ба ҳол дар бисёр корхонаҳо, муассисаҳо ва ҳатто бонкҳои ватанӣ истифодаи васеи СА MS Windows XP ба чашм мерасад, ки амнияти онҳо аз хатари ҳуҷумҳои раҳнагароёнаи компютерӣ эмин нестанд.

Барои тасдиқи ҳуҷумҳои худ, маълумоти омории таҳлилии ширкати маъруфи ҷаҳон оид ба коркарди барномаҳои компютерию зиддивирӯсӣ «Лабораторияи Касперский»-ро пешкаш менамоем, ки тибқи он дар фосилаи вақти аз моҳи ноябри соли 2020 то моҳи октябри соли 2021 (давраи ҳисоботи ширкати мазкур) Ҷумҳурии Тоҷикистон ба рӯйхати давлатҳои даҳгонае ворид карда шудааст, ки истифодабарандагони компютерҳо дар ин кишвар мавриди таҳдидҳои шадиди иттилоотӣ ва ғоратгариҳои шабакавии молиявӣ қарор гирифтаанд [12].

Барои боварибахш сохтани андешаҳои таҳлилии худ нисбат ба вазъи бавуҷудмадаи Тоҷикистон, харитаи таҳдидҳои молиявӣ ва ҳамлаҳои иттилоотии бо истифода аз вирусҳои

компютерӣ дар тамоми минтақаҳои ҷаҳон амалигаштаро дар шакли аёнӣ (расми 3) пешкаш менамоем.



Расми 3 – Харитаи таҳдидҳои молиявии минтақаҳои ҷаҳон ва ҳамлаҳои амалигаштаи иттилоотӣ бо истифода аз вирусҳои компютерӣ [12]

Иқдоми аз ҳифзи бехатарии баъзе системаҳои амалиётӣ даст кашиданро ширкати Microsoft босубот идома дода, 14 январи соли 2020 акнун онро ба CA MS Windows 7 татбиқ намуд. Аммо, тавре аз маълумоти омории дар расми 2 инъикосёфта равшан дида мешавад, ҳоло дар ҷаҳон зиёда аз 24% корбарони компютерҳо маҳз аз CA MS Windows 7 истифода мебаранд [17], ки ин ҳолат ба афзоиш ёфтани шумораи боз ҳам зиёдтари ҷабрбинандагони таҳдидҳои иттилоотӣ бетаъсир наменонад.

Зиёда аз ин, бояд як далели манфии дигарро барои тақвияти андешаҳои мавриди назарамон зикр намоем, ки соли 2017 вируси компютери маъмул ва бисёр зараровари WannaCry [17] аз ҳама бештар ба компютерҳои таҳдид ва зарар карда буд, ки онҳо маҳз ба CA MS Windows 7 насб карда шуда буданд.

Идома ёфтани раванди мазкур (қатъи таъмини амнияти иттилоотӣ) барои системаҳои амалиётӣ навъҳои дигар низ, аз ҷониби ширкати тиҷорати Microsoft, эҳтимолияти амалишавиро ҳанӯз аз даст наводааст. Бинобар ин, барои рафъи таҳдидҳои иттилоотии имконпазире, ки зимни истифодаи системаҳои амалиётӣ ба вуқӯъ пайвастанашон аз эҳтимол дур нест, бо истифода аз ҷадвали иттилоотии муҳлати ҳифзи бехатарии системаҳои амалиётӣ ширкати Microsoft (ҷадвали 1), дастури методи таҳиянамудаи хешро пешкаш мекунем, ки риоя ва иҷрои бандҳои он аз аҳамияти амалӣ ҳолӣ набуда, метавонанд амнияти иттилоотии системаҳои амалиётиро боз ҳам муассиртар гардонанд.

Ҷадвали 1 – Муҳлат ва фосилаҳои вақти ҳифзи бехатарии навъҳои системаҳои амалиётӣ, ки аз ҷониби ширкати Microsoft муқаррар шудаанд [17]

СО	Оғоз	Анҷом
Windows XP	31.12.2001	08.04.2014
Windows Vista	25.01.2007	11.04.2017
Windows 7	22.10.2009	14.01.2020
Windows 8	30.10.2012	10.01.2023
Windows 10	13.10.2015	14.10.2025
Windows 11	05.10.2021	муайян нашудааст

#### Хулоса:

Дастури методи минималӣ оид ба таъмини амнияти иттилоотӣ зимни истифодаи системаҳои амалиётӣ:

Қабл аз насби системаи амалиётӣ бо муҳлати ҳифзи бехатарии он, ки аз ҷониби ширкати истеҳсолкардааш муқаррар шудааст, шинос шудан.

Аз истифодаи компютерҳои наслҳои пешин (кухнашуда) даст кашидан. Параметрҳои ҳадди ақалле, ки айни замон барои дар компютер насб кардани системаи амалиётӣ қобили қабул дониста мешаванд:

зудии зарбаи микропротсессор – на кам аз 1 гигагертс;  
ҳаҷми хотираи фаврӣ – 1 гигабайт барои системаҳои 32-разряда, 2 гигабайт барои системаҳои 64-разряда;

ҳаҷми диски саҳт (винчестер) – 16 гигабайт барои системаҳои 32-разряда, 30 гигабайт барои системаҳои 64-разряда;

видеоадаптер – DirectX 9;

имконияти ҳалқунандагии экрани монитор – 800x600 нуқта.

Насби СА Windows 10 дар компютер. Насби системаи амалиётӣ нави Windows 11 беҳтар ҳисобида мешавад, ки ҳоло расман мавриди истифодаи умум қарор дода шудааст.

Барои таъмини бехатарии иттилоот барномаҳои зиддивирсии қонунӣ (дорӣ иҷозатнома) ё ҳадди ақал барномаи «Kasperskiy Free»-ро дар компютер насб кардан, ки имрӯз онро аз Интернет ройгон дастрас намудан мумкин аст.

Навсозиҳои нармафзории ҳамешагии компютер бо барномаҳои муосир, ки аз ҷониби ширкатҳои истеҳсолкунандаи маҳсулоти барномавӣ (масалан, Microsoft) пешниҳод карда мешаванд.

### Адабиёт:

1. Гниденко И.Г. О современных проблемах информационной безопасности [Текст] / И.Г. Гниденко, И.В. Егорова // Защита информации в компьютерных системах. Сборник статей. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – С.7-13.

2. Ёров, М. Р. Алгоритми пайвандсозии вебсафҳаҳои маҳаллӣ ба сохтори барномавию объектгарои ПД сомонаи КОА [Матн] / М.Р. Ёров // Паёми политехникӣ. Баҳши интеллект, иноватсия, инвеститсия. – 2020. – № 2 (50). – С. 15-20. – EDN: BCUUSA.

3. Ёров, М. Р. Амсиласозии компютерии системаи иттилоотию хизматрасонии Комиссияи олии аттестатсионӣ: дисс... номз. илмҳои техникаи [Матн] / М.Р. Ёров. – Душанбе, 2020. – 135 с. – EDN: TJYYRS.

4. Ёров, М. Р. Технологияи корбарӣ бо системаи барномавӣ-иттилоотии пойгоҳи додаҳои КОА [Матн] / М.Р. Ёров, Ф.С. Комилов, М.М. Абдурахмонов // Паёми Пажӯҳишгоҳи рушди маориф. – 2020. – № 1 (29). – С. 176-184. – EDN: AGQHYK.

5. Защита информации в компьютерных системах / Сборник статей под ред. д-ра экон. наук Е.В. Стельмашонок, канд. физ.-мат. наук И.Н. Васильевой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – 163 с.

6. Комилиён, Ф. С. Баҳисобгирии амнияти иттилоотии шабакавӣ дар таҳияи пойгоҳи додаҳо / Ф. С. Комилиён, М.Р. Ёров // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Баҳши илмҳои гуманитарӣ ва иқтисодӣ. – 2019. – № 1-4 (68). – С. 199-204. – EDN: EVYDSW.

7. Комилиён, Ф. С. Компютер ва иттилоот [Матн] / Ф.С. Комилиён, З.Ф. Раҳмонзода. Р.Ҷ. Давлатов, Б. Файзализода. – Душанбе: «Маориф», 2015. – 136 с. – EDN: SWCBHW.

8. Комилиён, Ф. С. Саромадони илми информатика. Санаҳои муҳими таърихӣ ва тафсири баъзе истилоҳоти соҳаи информатика ба забони тоҷикӣ / Ф.С. Комилиён, Б.Ф. Файзализода. – Душанбе: «Истеъдод», 2020. – 138 с. – ISBN 978-3-8443-0853-2. – EDN: LVHYWK.

9. Комилов, Ф. С. Амсилаи дастраси умум ба пойгоҳи додаҳои КОА дар заминаи таъминоти барномавии стандартӣ [Матн] / Ф.С. Комилов, М.Р. Ёров // Паёми политехникӣ. Баҳши интеллект, иноватсия, инвеститсия. – 2019. – № 1 (45). – С. 30-36. – EDN: UQJLNI.

10. Комилов, Ф. С. Технологияҳои компютерӣ [Матн] / Ф.С. Комилов, З.Ф. Раҳмонов. – Душанбе: «Маориф», 2016. – 247 с. – EDN: BLJNVG.

11. Комилов, Ф. С. Шабакаҳои компютерӣ ва сомонасозӣ [Матн] / Ф.С. Комилов, З.Ф. Раҳмонов. – Душанбе: «Маориф», 2016. – 208 с. – EDN: KVZAIR.

12. Лаборатория Касперского [электронный ресурс] // Источник доступа: <https://www.kaspersky.ru> (Дата обращения: 09.02.2022).

13. Полегенько А.М. Вопросы безопасности в Интернете вещей [Текст] / А.М. Полегенько // Защита информации в компьютерных системах. Сборник статей. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – С.57-62.

14. Саидов, И. М. Истифодаи технологияҳои компютерӣ дар фаъолияти таълимӣ / И.М. Саидов, А.И. Саидҷаҳфаров // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2021. – № 1. – С. 220-227. – EDN: JAVJPK.

15. Хабр [электронный ресурс] // Источник доступа: <https://habr.com/ru/all> (Дата обращения: 09.02.2022).

16. Market Share Statistics for Internet Technologies [электронный ресурс] // Источник доступа: <https://netmarketshare.com/> (Дата обращения: 08.02.2022).

17. Microsoft [электронный ресурс] // Источник доступа: <https://support.microsoft.com/> (Дата обращения: 09.02.2022).

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

Tj	RU	EN
Ёров Меҳрдод Раҳматуллоевич	Ёров Меҳрдод Раҳматуллоевич	Yorov Mehrdod Rahmatulloevich
Номзади илмҳои техники	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
yorov.mehrdod@gmail.com		
0000-0001-8029-9089		
Tj	RU	EN
Комилиён Файзали Саъдулло	Комилиён Файзали Саъдулло	Komiliyon Fayzali Sa'dullo
доктори илмҳои физикаю математика, профессор	доктор физико-математических наук, профессор	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
komfaiz@mail.ru		
0000-0002-1490-7848		



УДК 004.032.26: 519.852: 655.1

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА АГРЕГАЦИИ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕННОЙ ПЕЧАТНОЙ КРАСКИ

**Холов Ш.Ё., Бандишоева Р.М., Юнусов Н.И., Бадалова М.А.**

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данном исследовании метод искусственного интеллекта был использован в качестве нового подхода при моделировании и оптимизации печатных тонеров с соответствующими требованиями к его качеству. Этот композит используется в электрофотографической цифровой печати. Задача оптимизации решалась для производства тонера с соответствующими физическими и цветовыми свойствами (размер частиц (РЧ), при распределении частиц по размерам (РЧР) и улучшенного)) с учетом защиты окружающей среды продукция готовится в виде эмульсионной агрегации (ЭА). Было исследовано влияние скорости нагрева (R), времени перемешивания (T) и скорости перемешивания (S) на РЧ, РЧР. Была выбрана архитектура искусственной нейронной сети (ИНС) с двумя скрытыми слоями, с помощью которой была разработана модель для точного прогнозирования свойств тонера. Лучшие технологические условия с приемлемыми характеристиками производства тонера были получены путем многоцелевой оптимизации.

**Ключевые слова:** экологически чистый тонер, агрегация эмульсии, цифровая печать, искусственная нейронная сеть, моделирование.

## МОДЕЛСОЗИИ ЗЕҲЌИ ВА ОПТИМАЛГАРДОНИИ УСУЛИ АГРЕГАТСИЯИ ЭМУЛСИЯ БАРОИ ИСТЕҲСОЛИ РАНГИ ЧОПИИ САБЗ

**Холов Ш.Ё., Бандишоева Р.М., Юнусов Н.И., Бадалова М.А.**

Дар ин таҳқиқот усули зеҳни сунӣ ҳаҷҷун равиши нав дар моделсозӣ ва оптималгардонии параметрҳои тонерҳо барои чоп бо назардошти талаботи мувофиқ истифода шудааст. Ин композит дар чопи электронии фотография истифода шудааст. Равиши оптималгардонӣ барои оптимизатсияи раванди истеҳсоли тонер бо хусусиятҳои физики ва рангии (андозаи зарраҳо (РЧ), тақсмоти андозаи зарраҳо (РЧР)) бо муҳофизати муҳити зист, ки агрегатсияи эмульсия мебошад (ЭА) истифода шудааст. Таъсири суръати гармӣ (R), вақти омехта (T) ва суръати омехта (S) ба РЧ, РЧР омӯхта шуданд. Рамзи дохилӣ бо мақсади беҳтар кардани таркиби шабакаи сунӣи нейрон (ИНС) бо ду қабати пинҳон сохта шудааст, ки бо ёрии он намунаи дақиқ барои пешгӯии хосиятҳои тонер таҳия шудааст. Беҳтарин шароити технологӣ бо тавсифоти қобили қабул будани истеҳсоли тонерҳо тавассути оптимизатсияи бисёрҷабҳа дар микдори муайяншудаи суръати гармӣ, вақти омехта ва суръати омехта ба даст оварда шуданд.

**Калимаҳои калидӣ:** тонери тоза, агрегатсияи эмульсия, чопи рақамӣ, шабакаи нейронии сунӣ, моделсозӣ.

## INTELLECTUAL MODELING AND OPTIMIZATION OF THE EMULSION AGGREGATION METHOD FOR THE PRODUCTION OF GREEN PRINT PAINT

**Kholov Sh.Y., Bandishoeva R.M., Unusov N.I., Badalova M.A.**

In this study, the artificial intelligence method was used as a new approach in the modeling and optimization of printed toners with the corresponding requirements. This composite has been used in electrophotographic digital printing. The optimization approach was considered to optimize the toner production process and to produce printed toners with the corresponding physical and color properties (particle size (PR), particle size distribution (PSD)) environment friendly method, which is an emulsion aggregation (EA). The effects of heating rate (R), mixing time (T) and mixing speed (S) on RF, RFR were studied. The internal code was created to optimize the architecture of an artificial neural network (ANN) with two hidden layers, with which an accurate model was developed to predict the properties of toner. The best technological conditions with acceptable characteristics of the production of toners were obtained by multipurpose optimization at specified amounts of heating rate, mixing time and mixing speed.

**Keywords:** environmentally toner, emulsion aggregation, digital printing, artificial neural network, modeling.

### Введение

Тонер (печатная краска) представляет собой смесь смолы, красителя, специальных агентов и других важных добавок для определения качества печати. Этот композит имеет также широкое применение и в качестве чернил в процессе электрофотографической печати [1-3]. Как правило, тонеры для печати подразделяются на два основных класса. Первый класс тонеров относится к типу сухого порошка и имеет размер частиц (РЧ) в диапазоне 5-10 мкм. Второй класс тонеров представляет собой диспергированный в жидкости тип с РЧ около 0,1-3 нм. Следует отметить, что сухой тип порошка имеет много преимуществ по сравнению с жидким дисперсным типом с точки зрения синтеза и применения. Кроме того, тонеры порошкового типа имеют широкое применение для принтеров и копировальных аппаратов [4,5]. Основываясь на серии черной печати для успешного решения задачи экологичности тонера были изготовлены в виде суспензий [6], агрегации эмульсии [7], эмульсии и мини-эмульсии [8] с большим разнообразием физических и цветовых качеств.

**Процедура производства тонера.** Первым этапом (этап а) этого способа было приготовление основной суспензии в 1-литровом химическом стакане с 3 г воска, 2 г технического углерода, 24,5 г стирол-акрилового латекса и 120 г деионизированной воды. Процесс приготовления раствора завершали путем перемешивания вручную в течение примерно 15 минут при комнатной температуре. Вторая стадия (стадия b) приготовления базового раствора состояла в суспендировании гомогенизатором (5 минут). Затем смесь перемешивали в течение 1 часа до получения гомогенной суспензии (стадия с). В последующем, путем присоединения раствора коагулянта 0,6г к азотной кислоте в течение 10 минут значение рН раствора было доведено до 2. Основным продуктом процесса на этой стадии была гель с явным изменением вязкоупругого свойства. Следующим этапом процедуры производства тонера (этап d) было повышение температуры смеси до 50 °С, при постоянном перемешивании гели.

**Разработка и оптимизация моделей.** В работе оптимизация на основе GA была реализована для моделей ИНС, разработанных на основе экспериментальных данных. На первом этапе моделирования с использованием подхода искусственного интеллекта были получены модели ИНС. На втором этапе были применены модели для оптимизации свойств тонера на основе применения интеллектуального программного продукта. Три параметра: скорость нагрева (R), время перемешивания (T) и скорость перемешивания (S) - были выбраны в качестве входных переменных для оценки их влияния на размер частиц (PЧ), распределение частиц по размерам (PЧР) и L \*, a \*, b \* (выходные переменные). Эксперименты проводились для определения влияния этих параметров в отдельности в совокупности. Соответственно, были проведены эксперименты для получения достаточных данных для включения в модели ИНС (таблица 1). Обучение ИНС позволяет узнать соответствующее поведение выбранного свойства. Веса и отклонения ИНС должны быть найдены таким образом, чтобы минимизировать ошибку прогнозирования, сделанную сетью в ходе обучения. Когда обучение завершено, ИНС может предвидеть качество тонера при вводе любого состава данных, подобно шаблону, по которому они обучались. В соответствии с таблицей 1 различные сценарии подаются в модели ИНС, назначенные каждому свойству печатного тонера. Была использована функция активации гиперболической сигмоида для нормализации входных переменных в интервале [-1, +1] [20]:

$$X_i = 2 \cdot \left[ \frac{X_i - X_{min}}{X_{min} - X_{max}} \right] - 1 \quad (1)$$

где  $X_i$  обозначает нормализованное значение входной переменной  $X_i$ , тогда как  $X_{min}$  является минимальным, а  $X_{max}$  является максимальным значением целевых функций, соответственно.

Таблица 1- Сценарии, рассматриваемые как внутренние данные для построенной модели.

Вариант	Вход. (x <sub>1</sub> ) R (hr.)	Вход. (x <sub>2</sub> ) T (hr.)	Вход. (x <sub>3</sub> ) S (rpm)	Вых. (y <sub>1</sub> ) PЧ (μm)	Вых. (y <sub>2</sub> ) PЧР (-)	Вых. (y <sub>3</sub> ) L*	Вых. (y <sub>4</sub> ) a*	Вых. (y <sub>5</sub> ) b*
1	1.0	1.0	1000	5.43	2.22	9.49	-0.92	-0.71
2	0.5	1.0	500	4.99	1.80	11.55	-1.65	-0.45
3	1.0	1.0	1000	5.08	2.44	8.51	-2.43	-1.4
4	0.5	1.5	1000	8.72	1.97	14.21	-1.5	-0.52
5	1.5	0.5	1000	7.83	2.10	10.67	-1.87	0.79
6	0.5	0.5	1000	9.20	2.47	9.87	-1.45	-1.45
7	1.0	1.5	1500	5.37	1.59	11.97	-2.68	0.31
8	1.0	1.5	500	5.28	2.41	9.44	-2.58	0.02
9	1.0	0.5	1500	8.30	2.13	13.18	-1.72	-0.85
10	0.5	1.0	1500	0.96	1.11	8.04	-4.25	0.21

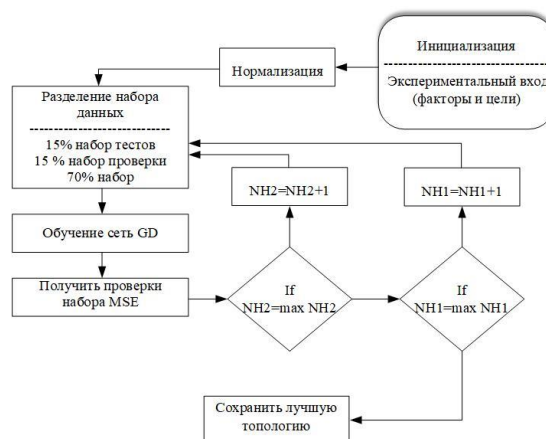


Рисунок 1 - Блок-схема моделирования на основе метода ИНС.

Надежность модели ИНС измерялась с помощью критерия среднеквадратичной ошибки (MSE):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2 \quad (2)$$

где n - количество образцов,  $Y_i$  и  $\bar{Y}_i$  - экспериментальные и прогнозируемые значения отклика для образца i.

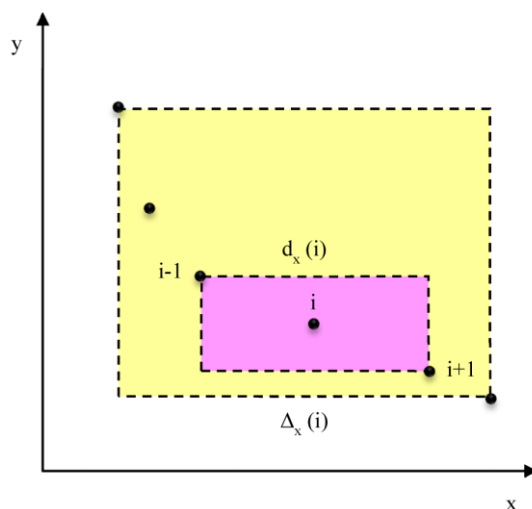


Рисунок 2- Параметры расчета расстояния скученности для образца.

Согласно блок-схеме, показанной на рисунке 1, написанный компьютерный код был использован для моделирования свойств тонера. Для оптимизации параметров модели, т.е. для нахождения наилучших весов и смещений, соответствующих входным и выходным переменным, используется метод градиентного спуска (ГС). Количество нейронов в скрытом слое 1 (NH1) и скрытом слое 2 (NH2) варьировалось в диапазоне 1-10 (максимальный уровень нейронов в каждом скрытом слое (максимум NH1 и максимум NH2) считался равным 10).

**Результаты и обсуждения.** Обычно для производства тонера с подходящими характеристиками следует контролировать РЧ, РЧР и цветные характеристики. Влияние скорости перемешивания (S), времени перемешивания (Т) и скорости нагрева (R), используемых в качестве параметров для определения РЧ, РЧР и  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  печатного тонера, полученного в виде агрегации зеленой эмульсии (АЭ) с ИНС. Между различными вероятными сетями с 1-10 нейронами в каждом скрытом слое, комбинация из 8 нейронов в скрытом слое 1 и 8 нейронов в скрытом слое 2 была представлена как лучшая структура. Эта сеть имеет 3 уровня входа ( $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$ ) и 5 выходов ( $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$  и  $Y_5$ ).

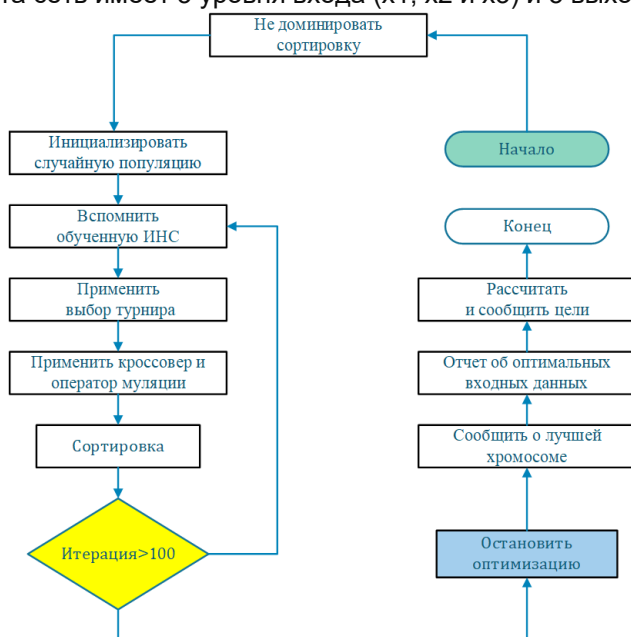


Рисунок 3- Блок-схема оптимизации на основе NSGA-II.

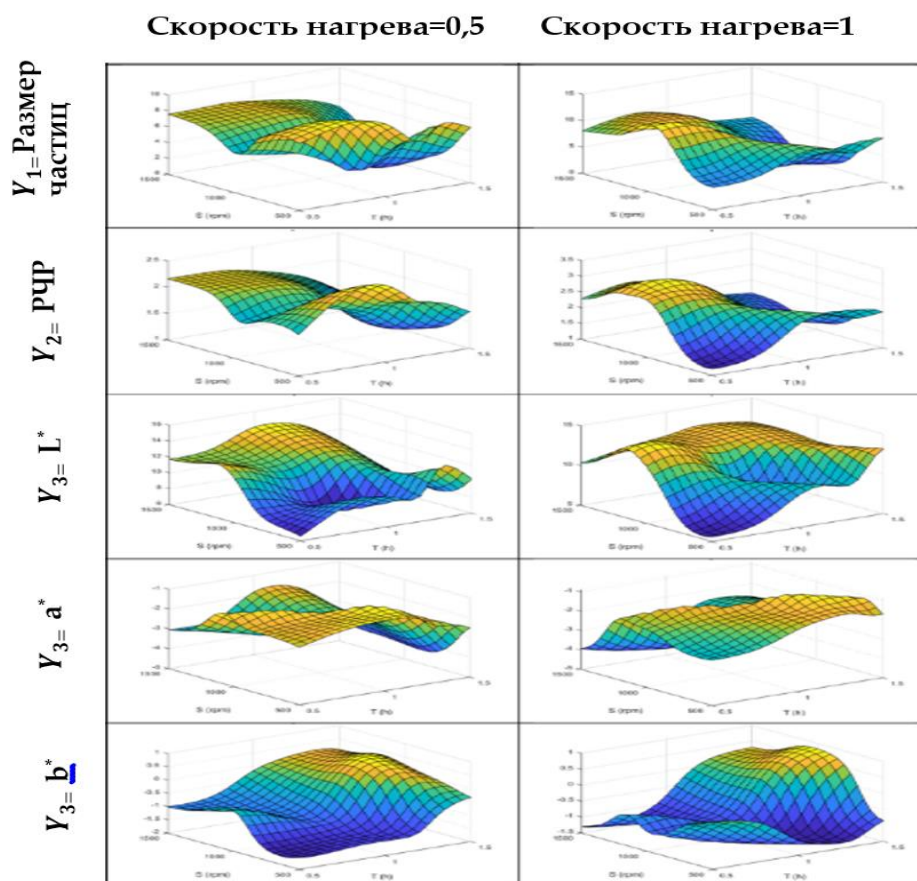


Рисунок 4- Трехмерные графики откликов моделей (PЧ и PЧР и цвета ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )) при постоянных значениях скорости нагрева.

Работоспособность разработанной модели ИНС проверялась путем сравнения экспериментальных и прогнозных значений каждого отклика. На рисунке 4 показано, что ошибки в прогнозировании каждого результата действительно незначительны. На этом рисунке видно, что некоторые эксперименты не введены в сеть ИНС для обучения, они использовались для исследования точности модели. Значительное сходство между результатами модели ИНС и результатами экспериментов показывает хорошую точность прогнозирования по модели.

#### Выводы:

1. Была выбрана архитектура искусственной нейронной сети (ИНС) с двумя скрытыми слоями, с помощью которой была разработана модель для точного прогнозирования свойств тонера.
2. Были установлены оптимальные параметры для производства тонера с помощью интеллектуального моделирования.
3. Найдены оптимальные параметры производства тонера, которые могут сохранить основные качественные показатели продукта.
4. Лучшие технологические условия с приемлемыми характеристиками производства тонера были получены путем многоцелевой оптимизации.

#### Литература:

1. Lee C., Graphene nanosheets as ink particles for inkjet printing on flexible board/ C. Lee, C. Chen, C.W. Chen // Chem. Eng. J. -2013. -T.230. -P. 296-302.
2. Gu Y. Inkjet printable constantan ink for the fabrication of flexible and conductive film/ Y. Gu, A. Wu, J.F. Federici, X. Zhang, // Chem. Eng. J. -2017. V.313. -P.27-36.
3. Kipphan H. Handbook of print media: technologies and production methods/ H. Kipphan // Springer Science & Business Media, 2001.
4. Ni W. Silanized TiO<sub>2</sub> nanoparticles and their application in toner as charge control agents: Preparation and characterization/W. Ni, S. Wu, Q. Ren, // Chem. Eng. J. -2013. -V.214. -P.272-277.
5. Leach R. The printing ink manual/ R.Leach// Springer Science & BusinessMedia, -2012.
6. Andami F. From suspension toward emulsion and mini-emulsion polymerisation to control particle size, particle size distribution, and sphericity of printing toner/F. Andami, M. Ataefard, F. Najafi, M.R. Saeb// Pigm. Resin Technol. -2016. -V.45. -P. 363-370.

7. Kiatkamjornwong S. Control of monodisperse particle size of styrenic-acrylate copolymers in dispersion copolymerization/ S.Kiatkamjornwong, C. Kongsupapsiri, // Polym. Int. -2000. –V.49. –P.1395-1408.

8. Ataefard M., Production of black toner through emulsion aggregation of magnetite, carbon black, and styreneacrylic co-polymer: investigation on the effect of variation in components/ M. Ataefard, // J. Compos. Mater. -2015. –V.49. –P.1553-1561.

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

TJ	RU	EN
Холов Шавкат Ёрович н.и.т., и.в. дотсент	Холов Шавкат Ёрович к.т.н., и.о. доцента	Kholov Shavkat Yorovich candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:shavkat.kholov@yandex.ru">shavkat.kholov@yandex.ru</a>		
ORCID Id: 0000-0001-5601-3255		
TJ	RU	EN
Бандишоева Рисолат Мирзошоевна н.и.т., и.в. дотсент	Бандишоева Рисолат Мирзошоевна к.т.н., и.о. доцента	Bandishoeva Risolat Mirzoshoevna candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:risolatbm@mail.ru">risolatbm@mail.ru</a>		
ORCID Id: 0000-0003-4472-3924		
TJ	RU	EN
Юнусов Низомиддин Исмоилович н.и.т., дотсент	Юнусов Низомиддин Исмоилович к.т.н., доцент	Unusov Nizomiddin Ismoilovich candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:unizom@hotmail.com">unizom@hotmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Бадалова Мамлакат Абдулхайровна н.и.т., муаллими калон	Бадалова Мамлакат Абдулхайровна к.т.н., ст. преподаватель	Badalova Mamlakat Abdulkhairvna candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:bmamlakat@gmail.com">bmamlakat@gmail.com</a>		
ORCID Id: 0000-0002-2767-3809		

## О МНОЖЕСТВЕ АНАГРАММ ШУГНАНСКОГО ЯЗЫКА

Мирзохасанов М.Л.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье с использованием специального  $\alpha\beta$ -кодирования слов комплексно показано разнообразие анаграмм набора текстов шугнанского языка. Получены статистические данные о количестве анаграмм и количестве их элементов. Список слов представлен анаграммами, имеющими наибольшее количество элементов.

**Ключевые слова:** шугнанский язык, кодирование, словоформа, распознавание, анаграмма, статистика.

## ДАР БОРАИ АНГРАММАХОИ БИСЪЁРИ ЗАБОНИ ШУГНОН

Мирзохасанов М.Л.

Дар мақола, бо истифодаи  $\alpha\beta$ -рамзгузори махсуси калимаҳо, ба таври мукамал, гуногуни анаграммаҳои маҷмӯи матнҳои забони шугнонӣ нишон дода мешавад. Маълумоти омории шумораи анаграммаҳо ва шумораи элементҳои онҳо ба даст оварда шудааст. Рӯихати калимаҳо бо анаграммаҳо, ки шумораи зидгарини элемент доштаанд, пешниҳод карда мешаванд.

**Калимаҳои калидӣ:** забони шугнонӣ, кодиронӣ, калима, шинохт, анаграмма, омор.

## ABOUT THE MANY ANAGRAMS OF THE SHUGNAN LANGUAGE

Mirzokhasanov M.L.

By means of a special  $\alpha\beta$ -coding of word forms, the variety of anagrams of a set of texts of the Shugnan language is found in an exhaustive way. Statistical data on the number of different anagrams of a given power have been established. A number of anagrams with the largest number of elements were received.

**Key words:** Shugnan language, coding, word form, recognition, anagram, statistics.

### Введение

В настоящей статье на примере шугнанского языка описывается последовательность процедур, используемых для определения полного списка анаграмм и установления статистических закономерностей, свойственных шугнанскому языку. В коллекцию включены произведения самых различных жанров, список названий приводится в [1-2].

Согласно определению анаграмма – это, по крайней мере, пара слов естественного языка, составленная из одного и того же набора букв, [3]. Анаграммы из длинных слов:

- фақирен, рафиқен;
- нивенцат, нивенцта;
- даврланди, даврианд;
- қишлоқенард, қишлоқарден;
- вахтанден, вахтенанд.

Анаграммы из коротких слов:

- сат, аст, ста, тас;
- қал, ақл, алқ;
- йика, йаки, кайи;
- вад, вда, дав;
- рози, зори, озир;
- кид, дки, дик;
- мба, маб.

Известно, что всякой анаграмме при “упорядоченном алфавитном”  $\alpha\beta$ -кодировании соответствует единственный образ, так называемый –  $\alpha\beta$ -код. Такое  $\alpha\beta$ -кодирование используется в качестве инструмента для эффективного определения словоформных анаграмм, [4,17].

**Материалы и методы.** Произведения на шугнанском языке изучаются в объёме 130 страниц, в которых – 335 объём файла (Кб-килобайт), 8330 словоформ, 36251 словоупотребление и 188207 символов (букв, знаков препинаний и пробелов).

Обработка данных состояла из двух этапов:

- построение списка различных словоформ с частотами их встречаемости в базе данных;
- кодирование полученных словоформ и формирование списка различных  $\alpha\beta$ -кодов с частотами их встречаемости.

Не останавливаясь на описании первого этапа, достаточно очевидного по содержанию, отметим, что на втором этапе речь идёт о применении упорядоченного алфавитного (или же  $\alpha\beta$ -) кодирования словоформ, предложенного в [4]. При таком  $\alpha\beta$ -кодировании произвольной словоформе  $W = "a_1 a_2 \dots a_n"$  длины  $n$ , в которой  $a_k$  ( $k = \overline{1, n}$ ) - буквы алфавита языка  $L$ , ставится в соответствие цепочка  $CW = "a_{s_1} a_{s_2} \dots a_{s_n}"$  из тех же самых букв, что и в  $W$ , но упорядоченных по алфавиту (пример:  $W = p\bar{u}z \rightarrow CW = z\bar{p}u$ ).

В связи с тем, что преобразование  $W \rightarrow CW$  присваивает один и тот же  $\alpha\beta$ -код всем словоформам из одной той же анаграммы, оно позволяет разбить множество  $W$  всех словоформ на непересекающиеся подмножества анаграмм, то есть получить представление вида (1).

**Результаты исследования** обработки коллекции текстов шугнанского языка представлены в таблице 1.

Таблица 1- Соотношение  $\alpha\beta$ -кодов без учёта их частот встречаемости

1	2	3	4	5	6	7
Размер корпуса	Число различных словоформ	Число различных кодов	Число однозначных кодов	Число многозначных кодов	Отношение (4)/(3) в %	Отношение (5)/(3) в %
36251	8 330	8 014	7 716	298	96.3	3.7

В столбце 1 указывается размер корпуса текстов. В соответствии с первым этапом обработки данных на основе этого корпуса построен частотный словарь, из которого в столбец 2 выписано только число различных словоформ (без дубликатов).  $\alpha\beta$ -кодирование последних позволило сформировать список различных  $\alpha\beta$ -кодов, число которых 8014 показано в столбце 3. Как и следовало ожидать, число различных  $\alpha\beta$ -кодов оказалось меньше числа различных словоформ. Причина в том, что по отношению к  $\alpha\beta$ -кодированию всё множество словоформ  $W$  может быть представлено в виде:

$$W = W^{(1)} + A, \quad (1)$$

где  $W^{(1)} (W^{(1)} \subset W)$  – подмножество тех словоформ, которые не входят в состав анаграмм и которые также, как и в [5], назовём “тривиальными” анаграммами;

$A$  – подмножество всех реальных анаграмм, причём словоформам одной анаграммы соответствует один и тот же  $\alpha\beta$ -код, многозначный при декодировании.

Пусть  $W = \{w_k\}$  - множество словоформ  $w_k (k = 1, 2, \dots)$  некоторого естественного языка  $L$  и  $A$  - какая-либо его анаграмма, то есть подмножество всех тех словоформ из  $W$ , которые составлены из одного и того же набора букв. Обозначим через  $m$  число элементов (словоформ) анаграммы  $A$ , а через  $n$  число различных анаграмм мощности  $m$  (с заданным числом элементов  $m$ ).

Из общих соображений ясно, что

$$2 \leq m \leq m_0 \text{ и } n = n(m).$$

В первом соотношении смысл наименьшего значения  $m (m = 2)$  очевиден: анаграмма должна содержать, по крайней мере, две словоформы. Что касается наибольшего значения  $m_0$ , то оно априори (argiori) не известно и должно определяться экспериментально путем статистической обработки корпусной информации, [5].

Второе соотношение следует рассматривать, как предполагаемую зависимость между  $n$  и  $m$ , подлежащую изучению, [5].

В таблице 1 числа однозначно и многозначно декодируемых кодов (соответственно “тривиальных” и реальных анаграмм) приведены в столбцах 4 и 5; в столбцах 6 и 7 они выражены в процентах по отношению к общему количеству различных  $\alpha\beta$ -кодов столбца 3. Из этих данных видно, что для шугнанского языка количество однозначно декодируемых кодов на порядок больше суммарного количества кодов анаграмм при условии, что частота встречаемости  $\alpha\beta$ -кодов не принимается во внимание. Стоит обратить внимание, что подобные отношения получены ранее для английского, таджикского, узбекского, литовского и русского языков, а также для искусственного языка эсперанто, [4-16].

Учёт частот встречаемости однозначно и многозначно декодируемых кодов создаёт точное представление о мощности множества словоформ, входящих в состав анаграмм.

Таблица 2. Соотношение  $\alpha\beta$ -кодов с учётом их частот встречаемости

1	2	3	4	5
Размер корпуса	Число однозначных кодов	Число многозначных кодов	Отношение (2)/(1) в %	Отношение (3)/(1) в %
36251	30 455	5 796	84.0	16.0

Из этой таблицы следует, что мощности множеств словоформ, входящих в состав “тривиальных” и реальных анаграмм, сравнимы между собой. Данные столбцов 4 и 5 близки к результатам, полученным в [4-18].

Статистическая зависимость  $n = n(m)$ , полученная в результате обработки корпуса шугнанских текстов, представлена в табличном виде:

Таблица 3. Результат обработки

m - мощность анаграммы	4	3	2	1	Итого
n - число различных анаграмм	1	16	281	7716	8014

В этой таблице для целочисленной переменной  $m$  (количества словоформ, входящих в состав анаграмм) рассматриваются значения от 1 до 4. При  $m = 1$  мы имеем дело с “тривиальными” анаграммами, то есть с 7716 словоформами, находящимися во взаимно однозначном соответствии со своими  $\alpha\beta$ -кодами. Для прочих значений  $m$  ( $m \geq 2$ ) речь идёт уже о реальных анаграммах. В изучаемом корпусе выявлена всего лишь одна анаграмма ( $n = 1$ ) с максимальным числом  $m = m_0 = 4$  словоформ и ни одной анаграммы с  $m = 8, 7, 6$  и  $5$  ( $n = 0$ ). Для прочих анаграмм,  $2 \leq m \leq 3$ , имеем  $n \geq 2$ .

**Обсуждение исследования.** Как ясно из таблицы 3, в корпусе шугнанских текстов обнаружено 298 нетривиальных анаграмм. Помимо этого нам удалось определить полный список всех шугнанских словоформ, входящих в состав нетривиальных анаграмм. В связи с их огромным количеством в последующей таблице приводится информация только о тех анаграммах, для которых  $n = 4$  и 3.

Таблица 4- Анаграммы с наибольшим числом элементов

Коды анаграмм	Мощность анаграммы	Состав словоформ в анаграммах
аст	4	сат, аст, ста, тас
алқ	3	қал, ақл, алқ
аклт	3	калт, лкат, клат
агднұ	3	дұнга, нағұд, дұнаг
аенст	3	сатен, сенат, сетан
аентх	3	хенат, нехат, нахет
аййк	3	йика, йаки, кайи
ийк	3	йик, кйи, икй
waadr	3	дарав, давра, равад
авд	3	вад, вда, дав
имс	3	мис, мси, сми
зиор	3	рози, зори, озир
дик	3	кид, дки, дик
имру	3	руми, умри, мури
аейкл	3	ейкал, йекал, алейк
амст	3	смат, маст, тасм
диййк	3	йикди, йикид, йидик

Отметим, что в таблице 4, состоящей из трех столбцов, первый указывает  $\alpha\beta$ -код анаграммы, иными словами тот код, который соответствует всем словоформам, входящим в состав анаграммы. Во втором столбце  $m$  обозначает мощность, то есть число словоформ в анаграмме. В третьем столбце проводится список словоформ, обнаруженных в составе анаграмм.

Результаты таблицы 4, показывают, в частности, что коды “аст” и “алқ” в корпусе шугнанских текстов определяют анаграммы с 4 и 3 словоформами.

**Вывод:**

Полученные в настоящей статье данные об анаграммах шугнанских словоформ основывались на автоматической обработке имевшейся в наличии коллекции текстов. Несмотря на большой размер она наверняка не могла охватить всего многообразия различных словоформ шугнанского языка и потому выполненное нами описание множества анаграмм нельзя считать окончательным. Дальнейший прогресс в этой области будет связан с созданием национального корпуса шугнанского языка размером в десятки и даже сотни миллионов словоупотреблений. Отметим также, что в списках анаграмм могут присутствовать ошибочные словоформы, причина появления которых обуславливается, очевидно, ошибками, имеющими место в текстовых массивах корпусов, подвергнутых обработке. Даже несмотря на то, что подобных ошибок может оказаться



незначительное количество, они будут искажать истинную картину описания множества анаграмм того или иного естественного языка. Именно в этой связи к корпусам и коллекциям текстов, предназначенным для выявления множества анаграмм, следует предъявлять особо высокие требования к недопустимости ошибок в написании слов.

### Литература:

1. Гуломсафдаров А.Г. Статистическое распределение частот встречаемости букв в шугнанском языке // ДАН, 2009, том 52, №3, 4 стр. 187-191.
2. Усманов З.Д., Гуломсафдаров А. О слоговой структуре слов шугнанского языка // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2009, т. 52, № 9, с. 681-684.
3. Анаграмма // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрон: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
4. Усманов З.Д. Об упорядоченном алфавитном  $\alpha\beta$ -кодировании слов естественных языков // ДАН РТ, 2012, т.55, № 7, с. 545-548.
5. Усманов З.Д., Довудов Г.М., Холматова С.Д. О множестве анаграмм таджикского языка // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук, 2013, №1(150), с. 32-39.
6. Усманов З.Д., Нормантас В. Статистические свойства  $\alpha\beta$ -кодирования слов естественных языков // ДАН РТ, 2012, т.55, № 8, с. 622-625.
7. Косимов А.А. Об анаграммах в произведениях А.Навои // Nauka-rastudent.ru, 2016, No. 01 (25) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://nauka-rastudent.ru/25/3144/> (дата обращения 03.09.2016).
8. Косимов А.А. Оиди анаграммаҳои китоби “Шоҳнома”-и А.Фирдавсӣ // Перспективы развития фундаментальных и прикладных лингвистических исследований в Республике Таджикистан, Душанбе: Персис (РТСУ), 2016, №1(7), с. 9-15.
9. Косимов А.А. О множестве анаграмм в поэме А.Фирдауси “Шахнаме” // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук, 2016, №1(162), с. 48-53.
10. Усманов З.Д., Довудов Г.М. О многообразии анаграмм корней таджикского языка // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2014, т.57, № 4, с. 287-291.
11. Усманов З.Д., Косимов А.А. Об анаграммах в произведениях А.С.Пушкина // Материалы девятнадцатого научно-практического семинара "Новые информационные технологии в автоматизированных системах", Москва, 2016, с. 135-138.
12. Косимов А.А., Рахмонов Ф.А. - О множестве анаграмм в произведениях У.Шекспира // Ежегодная межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов имени Е.В.Арменского, МИЭМ им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ, 2020.
13. Худойбердиев Х.А., Косимов А.А. О множестве анаграмм в произведениях К.Худжанди - Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими «Научно-технический журнал», Худжанд, 2017, №2(3), с. 15-23.
14. Усманов З.Д., Косимов А.А. Автоматический поиск анаграмм словоформных N-грамм - ДАН РТ, 2020.
15. Усманов З.Д. Моделирование восприятия мозгом анаграммно искаженного текста - Программные продукты и системы. Москва 2018, №3(31), с. 561-566.
16. Усманов З.Д., Шарипов Ш.А., Довудов Г.М. О словоформных анаграммах некоторых национальных коллекций текстов. - Перспективы развития фундаментальных и прикладных лингвистических исследований в Республике Таджикистан. - Душанбе: Персис (РТСУ), 2016, №1(7), с. 48-53.
17. Каюмов М.М. О распознавании автора текста на основе частотности  $\alpha\beta$  - кодов словоформ. Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2020. № 2 (50). С. 29-36.
18. Каюмов М.М. О распознавании автора текста на основе частотности однозначных и многозначных  $\alpha\beta$ -кодов словоформ. Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2020. № 4 (181). С. 30-40.

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

TJ	RU	EN
Мирзохасанов Мирзохасан Лалджубаевич	Мирзохасанов Мирзохасан Лалджубаевич	Mirzokhasanov Mirzokhasan Laljubayevich
Унвонҷӯ	Соискатель	Graduate student
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:mirzo1978.78@mail.ru">mirzo1978.78@mail.ru</a>		

УДК 623.618.3: 004.738

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE - GSM

Бандишоева Р.М., Холов Ш.Ё., Юнусов Н.И., Бадалова М.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В последние годы технология распределенных беспроводных датчиков становится очень популярной и широко используется в научном мире. Управление энергопотреблением, сбережением средств и трудовых затрат всегда были главной задачей в области исследований сети беспроводных датчиков (СБД). В статье проведен обзор некоторых существующих или предлагаемых систем, основанных на различных технологиях, а также основное внимание уделяется универсальной автоматизированной системе орошения на основе технологии ZigBee для удаленного мониторинга и управления устройствами. Цель состоит в том, чтобы использовать сеть беспроводных датчиков и коммуникационные технологии, такие как ZigBee и GSM (Global System for Mobil), чтобы создать недорогую автоматизированную систему орошения для мониторинга состояния почвы и снижения потребления энергии. Система помогает фермеру отслеживать и контролировать такие параметры почвы, как температура и влажность воздуха, влажность почвы.

**Ключевые слова:** ZigBee, GSM, управление, мониторинг, технология, беспроводные датчики, полив.

## ТАҶИЯИ СИСТЕМАИ АВТОМАТИЗАЦИОНАЛ ШУДАИ ОБЁРӢ БО ИСТИФОДАИ ТЕХНОЛОГИЯИ ZIGBEE - GSM

Бандишоева Р.М., Холов Ш.Ё., Юнусов Н.И., Бадалова М.А.

Дар солҳои охири технологияи сенсорию бесими тақсимишуда хеле маъмул гаштааст ва дар ҷаҳони илмӣ васеъ истифода мешавад. Идоракунии нерӯи барқ, ҳарҷот ва сарфаи меҳнат ҳамеша дар таҳқиқоти шабакаи сенсорию бесим як проблемаи асосӣ буд. Дар мақола шарҳи баъзе системаҳои мавҷуда ё пешниҳодшуда дар асоси технологияҳои гуногун оварда шудааст ва инчунин ба системаи универсалии автоматии обёрӣ дар асоси технологияи ZigBee барои назорати дурдасти дастгоҳҳои диққати махсус дода шудааст. Ҳадаф аз истифодаи шабакаи сенсорию бесим ва технологияҳои ирриботӣ ба монанди ZigBee ва GSM барои таҷияи системаи автоматии обёрӣ камхарҷ ҷиҳати мониторинги шароити хок ва кам кардани истифодаи қувваи барқ мебошад. Система ба деҳқон имконияти назорат ва идора, ки параметрҳои хок, аз қабилӣ ҳарорати ҳаво, намии хокро медиҳад.

**Калимаҳои калидӣ:** ZigBee, GSM, идора, мониторинг, технология, додадеҳҳои бесим, обёрӣ.

## DEVELOPMENT OF AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM USING ZIGBEE - GSM TECHNOLOGY

Bandishoeva R.M., Kholov Sh.Y., Unusov N.I., Badalova M.A.

In recent years, distributed wireless sensor technology has become very popular and widely used in the scientific world. Power management, cost and labor savings have always been a major challenge in wireless sensor network research. The article provides an overview of some existing or proposed systems based on various technologies, and also focuses on a universal automated irrigation system based on ZigBee technology for remote monitoring and control of devices. The goal is to use a network of wireless sensors and communication technologies such as ZigBee and GSM in the industrial field to create a low cost automated irrigation system to monitor soil conditions and reduce energy consumption. The system helps the farmer to monitor and control soil parameters such as air temperature, humidity, soil moisture.

**Keywords:** ZigBee, GSM, control, monitoring, technology, wireless sensors, irrigation.

### Введение

Орошение является важным компонентом растениеводства во многих регионах мира [1]. Автоматизация системы орошения способна обеспечить максимальную эффективность использования воды за счет контроля влажности почвы на оптимальном уровне [3].

Существует множество ирригационных систем, которые имеют высокое энергопотребление. Для минимизации расхода водных и энергетических ресурсов используется беспроводная сенсорная сеть и технология ZigBee.

СБД — это распределенная сеть крошечных, легких беспроводных узлов, оснащенных датчиками, обеспечивающими решения для мониторинга и управления в режиме реального времени. Сенсорные узлы являются основной частью беспроводной сенсорной сети. Типичный узел беспроводной сенсорной сети состоит из приемопередатчика, датчиков, памяти и источника питания и имеет возможность воспринимать, обрабатывать полученные данные и обмениваться данными друг с другом. Поэтому сенсорный узел играет важную роль в сельском хозяйстве. Это надежное, высокопроизводительное и экономичное решение, с помощью которого можно контролировать многие параметры, такие как температура и влажность воздуха, влажность почвы и другие.

ZigBee — это стандартная технология IEEE 802.15.4, используемая для СБД малого радиуса действия с небольшими цифровыми радиостанциями с низким энергопотреблением. Он был выбран для сенсорной сети с батарейным питанием, потому что он проще, дешевле, имеет низкое энергопотребление и больший полезный диапазон по сравнению с другими беспроводными сетями (WPAN), такими как Bluetooth или Wi-Fi. Устройства ZigBee могут передавать данные на большие

расстояния через mesh сеть, где промежуточные устройства используются для доступа к более удаленным. Протокол связи ZigBee в основном полезен для приложений с низкой скоростью передачи данных, таких как системы управления и мониторинга, которые требуют длительного времени автономной работы, малого радиуса действия и безопасности сети.

СБД широко используются во многих ирригационных системах для получения точных результатов. В данной статье дается подробный обзор различных систем удаленного контроля и управления, основанных на различных технологиях. В предлагаемой системе модули GSM и Bluetooth сопряжены с 8-битным микроконтроллером. GSM используется для удаленного мониторинга и управления устройствами с помощью сообщений, а Bluetooth также использовался для той же цели, но в диапазоне нескольких метров, что в значительной степени снижает затраты на использование сети. Если влажность или температура превышают предварительно определенные пороговые значения, система информирует пользователя с помощью SMS-сообщения с GSM-модуля на смартфон пользователя, и пользователь предпринимает соответствующие действия. Но эта система не была эффективна для использования мониторинга в реальном масштабе времени.

Предложена система капельного орошения на основе микроконтроллера ARM для измерения различных параметров почвы. Предлагаемая система использует микродатчики для измерения N, P, K, температуры, влажности воздуха, влажности почвы, pH почвы для сельскохозяйственной среды и взаимодействует с микроконтроллером ARM LPC2148. Измерение содержания элементов N, P, K помогает определить потребность в удобрениях, а также полезно для управления содержанием этих элементов в химическом смешивании для образования жидких удобрений. Эта система использует проводную сеть связи для управления клапанами системы капельного орошения [2].

Предложена автоматическая система орошения с использованием ZigBee и СБД для эффективного использования водных ресурсов в сельском хозяйстве. Он состоит из распределенной беспроводной сенсорной системы, состоящей из датчиков влажности и температуры почвы, закрепленных у корней растений, и все компоненты питаются от солнечной панели для зарядки аккумулятора, поэтому не нужно каждый раз беспокоиться о замене аккумулятора. Фермер может установить типы культур, такие как пшеница, кукуруза, рис и хлопок в главном узле. Температура и значение влажности, необходимые для конкретной культуры, задаются в микроконтроллере в качестве порогового значения. Фактические значения сравниваются с пороговыми значениями. Если фактическое значение превышает пороговые значения, то включается соответствующий насос или тот или иной электромагнитный клапан. В будущем мобильный телефон можно будет использовать для получения сообщений напрямую, для контроля и управления [5].

Авторы настоящей статьи [1] предлагают автоматизированную систему орошения с использованием модуля GPRS для эффективного использования воды в сельском хозяйстве. Она состоит из распределенного беспроводного сенсорного блока с датчиками влажности и температуры почвы, размещенными в корневых зонах растений. Данные с блока беспроводных датчиков передаются на главный контроллер, где данные идентифицируются, записываются и анализируются. Этот главный контроллер позволяет автоматически активировать полив при достижении пороговых значений влажности и температуры почвы. Связь между сенсорным узлом и главным контроллером осуществляется по протоколу ZigBee в соответствии с IEEE 802.15.14WPAN. Блок приемника также имеет дуплексную линию связи, основанную на интерфейсе сотовой связи и Интернета, с использованием общего протокола пакетной радиосвязи (GPRS). Данные могут передаваться на веб-сервер в режиме реального времени через Интернет, где уровни влажности и температуры почвы отображаются в графическом виде и сохраняются в базе данных сервера.

Авторы [4] предложили систему, целью которой является разработка автоматически управляемой системы, способной управлять электрическими устройствами на основе сенсорного блока. Система использует солнечную панель для питания и зарядки аккумулятора для СБД. Вся система разделена на две части: WSU (беспроводной сенсорный блок) и WUI (беспроводной информационный блок). WSU содержит все датчики и передатчик ZigBee, который расположен в полевой части почвы. WUI содержит приемник ZigBee, модуль Wi-Fi и электрические устройства, вентилятор охлаждающей жидкости, насос и зуммер, которые расположены в секции мониторинга диспетчерской службы. Всякий раз, когда блок датчиков получает входные данные от датчиков, таких как датчик температуры LM35, датчик индикатора уровня воды LM324, эти входные данные подаются на микроконтроллер ARM 7, и контроллер берет на себя ответственность за передачу контролируемых данных в секцию мониторинга с использованием ZigBee модуль. Другой модуль ZigBee, расположенный в секции мониторинга, получает данные и передает их в качестве входных данных другому микроконтроллеру ARM-7, выполняя соответствующую задачу, связанную с полученными данными, например, управление включением/выключением двигателя насоса. Данные также передаются непосредственно в предварительно определенную веб-страницу с

помощью маршрутизатора, подключенного к беспроводной сети Wi-Fi. Отслеживаемые данные отображают статус непосредственно на веб-странице.

### Ограничения существующих систем

Все предлагаемые системы использовали топологию звезда. Эта топология состоит из центрального узла, к которому подключены все остальные узлы. Но если центральный узел выйдет из строя, вся система выйдет из строя.

ПК требует дополнительных затрат, хотя можно удаленно контролировать и управлять устройствами из любой части мира при наличии доступа в Интернет.

Обычно фермы находятся очень далеко от дома, поэтому фермерам приходится ездить на ферму для орошения посевов, что доставляет неудобства, требует времени и требует расхода топлива. Должен быть способ, с помощью которого пользователь может выполнять различные действия удаленно.

Безопасность всегда является серьезной проблемой во всем мире. В сухой или жаркий сезон посторонний может использовать резервуар для воды для орошения своего урожая.

Недорогой продукт с большим количеством функций всегда востребован.

Если фермер находится за пределами своей фермы, то в любой чрезвычайной ситуации он должен быть уведомлен автоматически.

Поскольку фермеры не знают технических деталей устройства. Данные должны отображаться в терминах значений, которые фермерам нетрудно понять.

### Система автоматического полива

Цель состоит в том, чтобы использовать сеть беспроводных датчиков и коммуникационные технологии, такие как ZigBee и GSM, в сфере сельского хозяйства для разработки системы дистанционного управления и мониторинга для фермеров, которая будет графически отображать состояние почвы и растения на расстоянии с помощью ZigBee. При неустойчивом состоянии сработает сигнал тревоги, и отправляется пользователю предупреждающее сообщение через GSM, чтобы пользователь мог удаленно выполнить действие, отправив сообщение ответственному исполнителю.

#### Архитектура системы

На рисунке 1 показана разработанная система с двумя узлами, т.е. узлом датчика и узлом координатора, связанными радиопередатчиками, которые позволяют передавать данные с датчиков с использованием технологии ZigBee. Узел-координатор получает, анализирует и сохраняет данные в базе данных.

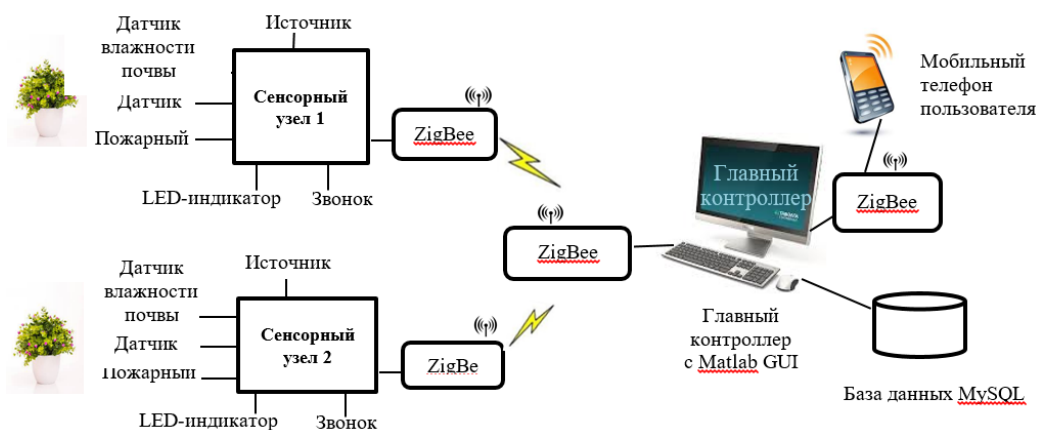


Рисунок 1- Архитектура автоматизированной системы орошения

Сенсорный узел: узел состоит из радиочастотного приемопередатчика, датчиков, микроконтроллера и источников питания. Несколько WSU могут быть развернуты в полевых условиях для настройки распределенной сенсорной сети. Каждое устройство подключено к кабелю для маршрутизации данных датчика с некоторой задержкой в несколько секунд на узел координатора через ZigBee. Сенсорный блок поддерживает спящий режим для снижения энергопотребления за счет передачи данных с интервалом в одну минуту.

Для нашей реализации используется микроконтроллер AVR, представляющий собой 32-битный RISC-микроконтроллер с гарвардской архитектурой. AVR выбран из-за его высокой производительности и функциональности с низким энергопотреблением, а также благодаря широкому спектру инновационных технических характеристик. AVR также имеет некоторые стандартные функции, такие как встроенное ПЗУ для программ объемом 32 КБ, ОЗУ для данных 2 КБ, EEPROM для данных 1 КБ, 3 таймера и 32 контакта ввода-вывода. Он также имеет некоторые дополнительные функции, такие как аналого-цифровой преобразователь (АЦП), ШИМ и другой последовательный интерфейс, такой как UART, SPI, I2C, CAN, USB. AVR предпочтительнее, потому

что его легко программировать на встроенном языке С и он недорог и имеет низкое энергопотребление.

В системе используются различные датчики для контроля и мониторинга различных параметров почвы, таких как датчик температуры почвы, датчик влажности воздуха, датчик влажности почвы. Датчик пожара используется для обнаружения пожара. Измерение влажности почвы важно для получения информации о точном количестве воды, необходимой для орошения сельскохозяйственных культур. Датчик влажности дает два параметра; влажность и температура воздуха. Датчик играет решающую роль в росте растений; низкая температура вызывает уменьшение поглощения и перемещения воды в растениях, а низкая влажность вызывает ускоренную транспирацию. Быстрая транспирация означает, что растения потребляют много воды (питательные вещества).

Координаторный узел: данные о влажности почвы, влажности и температуре от WSU передаются на беспроводной информационный блок через приемник ZigBee. ПК с GSM и ZigBee используется в качестве узла координатора для идентификации и анализа данных. Фермеры могут легко визуализировать состояние почвы с помощью графика. Собранные данные обновляются в базе данных MySQL, с помощью которой можно легко проверить данные за предыдущий день и принять соответствующее решение относительно посевов. Пользователь может установить пороговое значение для конкретной культуры. Если текущее значение превышает пороговое значение, на мобильное устройство пользователя через GSM отправляется предупреждающее сообщение. В случае пожара предупреждающее сообщение отображается на экране, а также отправляется на мобильный телефон пользователя.

### Результаты и обсуждения

Разработанная система состоит из трех узлов: узла 1 и узла 2, называемых узлом восприятия, и узла 3, являющегося узлом-координатором. Узел-координатор играет важную роль в автоматизированной системе орошения. Узел 1 и узел 2 выполняют одну и ту же операцию, так как воспринимают информацию с помощью датчиков, и эта информация передается на АЦП. АЦП (аналого цифровой преобразователь) встроен в микроконтроллер AVR, где он преобразует аналоговые данные в цифровые данные и передает их в UART для последовательной связи. Протокол связи ZigBee используется для беспроводной передачи данных. ZigBee передает данные Node1 и Node2 на узел-координатор, где приемник ZigBee, подключенный к ПК, получает и графически отображает данные на экране.

Для любой конкретной культуры пользователь может установить пороговое значение и сравнить пороговое значение с фактическим значением. Если пороговое значение превышает фактическое значение, автоматически поднимается тревога и отправляется сообщение через GSM на зарегистрированный номер. В случае пожара на мобильный телефон пользователя отправляется оповещение. Светодиод используется для имитации работы помпы, чтобы пользователь мог отправить сообщение, в случае надобности, о его включении или выключении.



Рисунок 2- Алгоритм работы автоматизированной системы орошения

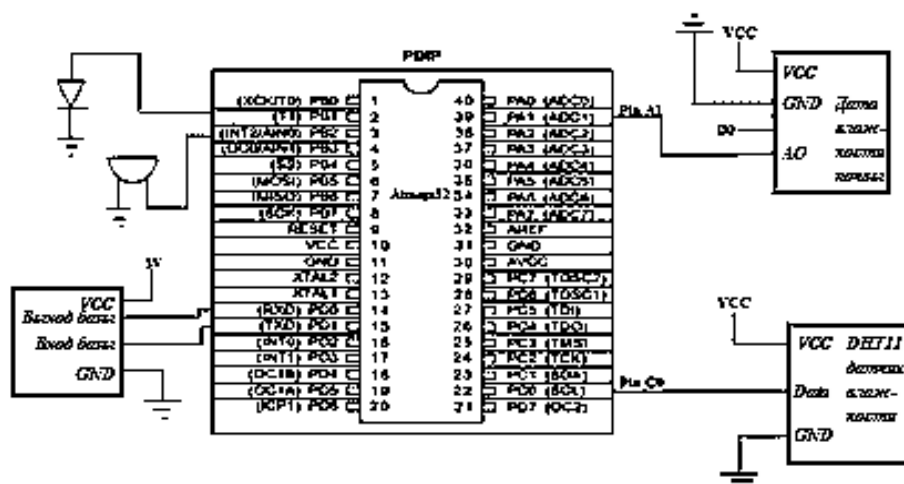


Рисунок 3- Схема интерфейса: DHT11 взаимодействует с atmega32 через Pin C0, VCC и землю. Датчик влажности почвы Grove, подключенный через Pin A1. Zigbee подключен к порту D.

### Результаты экспериментов

Это следующие результаты после получения данных от разных узлов: Узел датчика считывал данные с разных датчиков и передавал последовательные данные на узел-координатор через ZigBee. ZigBee работает как передатчик, тогда как на узле-координаторе ZigBee работает как приемник. На рис. 4 показано, как микроконтроллер Atmega32 взаимодействует с DHT11, датчиком влажности почвы и датчиком пожара. Микроконтроллер считывает данные и передает на главный контроллер по ZigBee Трансивер.

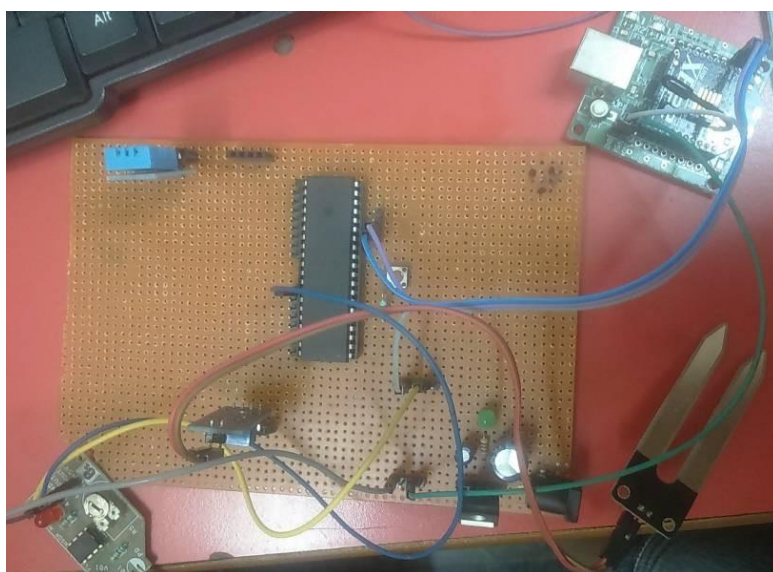


Рисунок 4- DHT11, датчик пожара, датчик влажности почвы Grove и интерфейс ZigBee с Atmega 32

Программное обеспечение Matlab используется для создания графического интерфейса и связана с базой данных MySQL. На рисунке 4 (а) показаны данные датчика в реальном времени, т.е. влажность, температура и влажность почвы представлены графически в зависимости от времени, и пользователь также может установить пороговое значение в соответствии с культурой в текстовом поле. (б) Показывает превышение порогового значения температуры и предупреждающее сообщение отображается на экране.



(a)

(б)

Рис. 5. (а) Влажность почвы, температура и влажность воздуха представлены графически. (б) Предупреждающее сообщение, отображаемое на экране «Высокая температура».

### Выводы

- разработана система дистанционного управления и мониторинга, которая графически отображает состояние почвы на расстоянии с помощью ZigBee.
- система позволяет управлять периферийными устройствами ирригационной системы, которая имеет возможность добавлять новые устройства без серьезных изменений в ее базовой архитектуре.
- беспроводная передача данных между датчиком и узлом-координатором осуществляется через ZigBee. GSM используется в качестве удаленного контроллера.
- создана база данных с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом MySQL.

### Литература:

1. Бандишоева Р.М., Водноэнергетический баланс высшего растения на основе алгоритмов МГУА / Р.М., Бандишоева У.Х. Джалолов, Н.И. Юнусов, Ш.Ё. Холов // Политехнический вестник. Серия: интеллект, инновация, инвестиция, №1/41, 2018. -Душанбе: ТТУ имени академика М.С. Осими, 2018. -С.66-73. ISSN 2520-2235
2. Гутьеррес «Автоматизированная система полива с использованием беспроводной сенсорной сети и модуля GPRS» / Гутьеррес, Джессика и др. //Контрольно-измерительные приборы, транзакции IEEE 63.1 (2014 г.): 166-176.
3. Бандишоева Р.М., Аппаратно-программная реализация системы управления капельным орошением хлопчатника/ Р.М., Бандишоева, У.Х., Джалолов, Н.И., Юнусов, М.Л., Мирзохасанов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. - Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими. -2018. -№ 2 (42). -С. 8-11. ISSN: 2520-2227.
4. Таранге, «Система автоматического полива на базе Интернета с использованием беспроводной сенсорной сети и встроенной платы Linux» / Таранге, Пандуранг Х., Раджан Г. Мевекари и Прашант А. Шинде. // Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), 2015 Международная конференция по IEEE, 2015.
5. Патель, Нирмит «Модуль Wi-Fi и автоматизированная система полива на основе беспроводной сенсорной сети» / Патель, Нирмит и Нильсе Десаи// СИСТЕМА 2.4 (2015).
6. Чиканкар, Правина Б., «Автоматическая система орошения с использованием ZigBee в сети беспроводных датчиков»/ Чиканкар, Правина Б., Дипак Мехетре и Сумитра Дас. // Pervasive Computing (ICPC), 2015 Международная конференция по IEEE, 2015.
7. Бандишоева Р.М. Планирование режимов капельного орошения хлопка с использованием метода нечёткой логики /Бандишоева Р.М. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. - Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими. -2015. -№ 4 (32). -С. 62-66. ISSN: 2520-2227.
8. Ким, Юнсеоп, «Дистанционное обнаружение и управление ирригационной системой с использованием распределенной сети беспроводных датчиков»/ Ким, Юнсеоп, Роберт Г. Эванс и Уильям М. Иверсен. // Приборы и измерения, IEEE Transactions on 57.7 (2008 г.): 1379-1387 гг.
9. Акшай, С., «Беспроводное обнаружение и управление для точного управления теплицами» / Акшай, С., // Sensing Technology (ICST), 2012 Шестая международная конференция по IEEE, 2012.
10. Авати, Дж.С., «Автоматическое управление поливом с помощью беспроводных сенсорных сетей» / Авати, Дж. С., и В. С. Патил. // Журнал Exclusive Management Science 1.6 (2012): 1-7.

11. Тилагавати, Г. «Онлайн-фермерство на основе встроенных систем и сетей беспроводных датчиков» / Тилагавати, Г. // Вычисление мощности, энергии, информации и связи (ICSPICE), Международная конференция 2013 г. по IEEE, 2013.

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

TJ	RU	EN
Бандишоева Рисолат Мирзошоевна н.и.т., и.в. дотсент	Бандишоева Рисолат Мирзошоевна к.т.н., и.о. доцента	Bandishoeva Risolat Mirzoshoevna candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:risolatbm@mail.ru">risolatbm@mail.ru</a>		
ORCID Id: 0000-0003-4472-3924		
TJ	RU	EN
Холов Шавкат Ёрович н.и.т., и.в. дотсент	Холов Шавкат Ёрович к.т.н., и.о. доцента	Kholov Shavkat Yorovich candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:shavkat.kholov@yandex.ru">shavkat.kholov@yandex.ru</a>		
ORCID Id: 0000-0001-5601-3255		
TJ	RU	EN
Юнусов Низомиддин Исмоилович н.и.т., дотсент	Юнусов Низомиддин Исмоилович к.т.н., доцент	Unusov Nizomiddin Ismoilovich candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:unizom@hotmail.com">unizom@hotmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Бадалова Мамлакат Абдулхайровна н.и.т., муаллими калон	Бадалова Мамлакат Абдулхайровна к.т.н., ст. преподаватель	Badalova Mamlakat Abdulkhairvna candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:bmamlakat@gmail.com">bmamlakat@gmail.com</a>		
ORCID Id: 0000-0002-2767-3809		



## ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

### РУШДИ РАВАНДҶОИ ИНТЕГРАТСИОНӢ ДАР БОЗОРИ НЕРУИ БАРҚИ ДАВЛАТҶОИ ОСИӢИ МАРКАЗӢ

Асоев Б.Х.

Донишкадаи технология ва менеҷменти инноватсионӣ дар шаҳри Кӯлоб

Дар мақолаи мазкур ҷиҳатҳои назариявӣ ва амалии рушди равандҳои интеграсионӣ дар бозори нури барқи давлатҳои Осиёи Марказӣ мавриди таҳлилу баҳрабардорӣ қарор дода шудааст. Айни замон, барои рушди равандҳои интеграсионӣ дар бозори нури барқи давлатҳои Осиёи Марказӣ аллақай заминаҳои муайяни ҳуқуқӣ фароҳам оварда шудаанд. Вале новобаста аз бастанӣ шартномаҳо ва созишномаҳои дахлдор, равандҳои интеграсионии бозори нури барқ дар давлатҳои мазкур ба натиҷаи дилхоҳ нарасидааст. Сабаби асосӣ дар он аст, ки мақомотҳои салоҳиятдори давлатҳои Осиёи Марказӣ механизми мушаххаси татбиқи қарорҳои қабулшударо ҳанӯз ҳам пурра таҳия накардаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** равандҳои интеграсионӣ, бозори нури барқ, давлатҳои Осиёи Марказӣ, ҳамкориҳо, истеҳсол, истеъмол, содирот, воридоти нури барқ.

### DEVELOPMENT OF INTEGRATION PROCESSES IN THE ELECTRICITY MARKET OF CENTRAL ASIAN COUNTRIES

Asoev B.Kh.

This article analyzes and uses the theoretical and practical aspects of the development of integration processes in the electricity market of the countries of Central Asia. At present, certain legal prerequisites have already been created for the development of integration processes in the electricity market of the Central Asian countries. However, despite the conclusion of relevant contracts and agreements, the processes of integration of the electricity market in these countries did not achieve the desired result. The main reason is that the competent authorities of the Central Asian states have not yet fully developed a specific mechanism for implementing the decisions taken.

**Key words:** integration processes, electricity market, Central Asian countries, cooperation, production, consumption, export, import of electricity.

### РАЗВИТИЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Асоев Б.Х.

В данной статье анализируются и используются теоретические и практические аспекты развития интеграционных процессов на рынке электроэнергии стран Центральной Азии. В настоящее время уже созданы определенные правовые предпосылки для развития интеграционных процессов на рынке электроэнергии стран Центральной Азии. Однако, несмотря на заключение соответствующих договоров и соглашений, процессы интеграции рынка электроэнергии в этих странах не достигли желаемого результата. Основная причина в том, что компетентные органы Центрально-Азиатских государств еще не до конца выработали конкретный механизм реализации принятых решений.

**Ключевые слова:** интеграционные процессы, рынок электроэнергии, страны Центральной Азии, сотрудничество, производство, потребление, экспорт, импорт электроэнергии.

Амалигардонии ҳамкориҳо дар раванди интегратсияи бозори нури барқи давлатҳои Осиёи Марказӣ ба рушди устувори давлатҳо, баланд бардоштани сатҳу сифати рушди иқтисодӣ ва аз байн бурдани таҳдидҳои фаромиллӣ мусоидат хоҳад кард. Афзалияти равандҳои интеграсионӣ аз зарурати барқарор ва рушди муносибатҳои судманд байни давлатҳои Осиёи Марказӣ дар бозори нури барқ вобаста аст, ки мақсади асосии он ғайи гардонидани бозори дохилии ҳар як давлат бо намудҳои арзони захираҳои энергетикӣ, қонеъ гардонидани талаботи истеъмолкунандагон ба онҳо ва афзоиши имкониятҳои содироти захираҳои энергетикӣ ба давлатҳои ҳамсоя, аз қабилӣ Афғонистон ва Покистон ба шумор меравад.

Оид ба масъалаи равандҳои интеграсионии бозори нури барқ дар давлатҳои Осиёи Марказӣ ва рушди он аз ҷониби муҳаққиқони соҳаи иқтисодиёти ватанӣ ва хориҷӣ дуру наздик пешниҳоду ақидаҳои мушаххас оварда шудааст, ки дар ҷадали зер нишон медиҳем (ниг. ҷадвали 1)

Чадвали 1-Ақидаҳо оид ба рушди равандҳои интегратсионии бозори неруи барқ дар давлатҳои Осиёи Марказӣ\*

Муҳаққиқон	Ақидаҳо
Абдувалиева Н.А.	Ҳадафҳои афзалиятноки (стратегӣ) рушди иқтисодии давлатҳои Осиёи Марказӣ, амикгардонӣ ва рушди равандҳои интегратсионӣ дар соҳаи энергетика аз ташаккули минбаъдаи бозори умумии неруи барқ дар Осиёи Марказӣ асос меёбад. Ин ба воситаи пурра қонун кардани талаботи давлатҳои Осиёи Марказӣ ба неруи барқи арзон ва аз ҷиҳати экологӣ тоза ба даст меояд[1, с.113].
Касимова М.В.	Асоси ҳамкорихоро дар рушди истифодаи устувори неруи барқ дар минтақа низоми ягонаи энергетикӣ ва газӣ ташкил медиҳанд. Ҳамгироии самарабахши низоми таъминоти барқро дар минтақа, тавассути ташаккули бозорҳои дохилии рақобатпазир ва иштироки фаъолони давлат дар бозорҳои энергетикӣ беруна таъмин кардан мумкин аст. Низоми мазкур бояд ба монанди монополияҳои табиӣ ба таври дастаҷамъона идора ва танзим карда шаванд. Идоракунии дастаҷамъӣ тавассути саҳмдорон (саҳмдорон давлатҳои Осиёи Марказӣ) ҳамчун модели маъмулии идоракунии бояд ба ташкили дастгирии сиёсӣ барои ислоҳоти комплекси энергетикӣ минтақа кӯмак карда тавонад[6, с.55-56].
Аминҷонов Ф.С.	Механизми истифодаи муштарак захираҳо, ки низоми ягонаи энергетикӣ Осиёи Марказиро ба қадри кофӣ ва боэътимод бо захираҳои энергетикӣ таъмин карда тавонад, дар миёнаҳои солҳои 2000 аз байн рафт. Сиёсати нави энергетикӣ, ки ба самти ташкили низоми мустақил, вале дарвоқеъ аз ҳамсоҷо вобастабуда, яъне низомҳои миллӣ нигаронида шуда, на танҳо ба амнияти энергетикӣ кишварҳои минтақа таҳдид мекунад, балки ба дарачаҳои мухталиф ба рушди иҷтимоӣ иқтисодии давлатҳои Осиёи Марказӣ халал мерасонад. Бо мақсади коҳиш додани таъсири манфии низомҳои мустақили энергетикӣ, Бонки Осиёи Рушд барномаи ҳамкорӣ минтақавӣ иқтисодии Осиёи Марказиро дастгирӣ намуд, ки он ҳамчун яке аз воситаҳои асосии таъмини дастрасии боэътимод ба захираҳои энергетикӣ ба шумор меравад. Ҳамкорӣ минтақавӣ иқтисодии Осиёи Марказӣ ба ҳалли тақсимоли нобаробар ва тағйирёбии мавсимии истеҳсоли нерӯӣ барқ дар минтақа равона шудааст, ки ин дар навбати худ бояд ба баланд шудани сатҳи зиндагӣ ва рушди иқтисодӣ оварда расонад. Афзалияти ҳамкорихоро минтақавӣ дар бозори неруи барқ ба самти ҳамкорӣ минтақавӣ иқтисодии Осиёи Марказӣ нигаронида шудааст[3, с.53-64].
Петров Г. Н.	Омилҳои ҳастанд, ки барои ҳамаи давлатҳои минтақа маъмуланд ва бартариӣ равандҳои интегратсиониро дар бозори неруи барқи давлатҳои Осиёи Марказӣ нишон медиҳанд. Ҳамин тавр, муттаҳидкунии низомҳои энергетикӣ, ҳатто ба маънои сирф техникӣ, чанбаҳои мусбат дорад: 1. Муттаҳидкунии низоми энергетикӣ, ки фарогирии ҳудуди он дар минтақаҳои гуногун ва дар вақти муайян имкон медиҳад, чадвали истеъмоли неруи барқро, бахусус дар давоми рӯз коҳиш дода истифодаи оқилонаи онро таъмин кунад. Ҳамчунин, вай имкон медиҳад, ки давомнокии истифодаи агрегатҳои барқӣ зиёд карда шуда, иқтисоди муқарраршудаи неругоҳҳои барқӣ, ҳангоми истеҳсоли неруи барқ коҳиш ёбад. 2. Дар муттаҳидкунии низоми энергетикӣ захираҳои фавқулода дар неругоҳҳои барқии алоҳида низ метавонанд аксар вақт ба таври назаррас кам карда шаванд. 3. Дар муттаҳидкунии низоми энергетикӣ сохтори низоми мазкур аз ҳисоби истифодаи оқилонаи намудҳои гуногуни неругоҳҳои барқӣ бехтар карда мешавад. Ин махсусан барои Осиёи Марказӣ хос аст, ки дар он низоми энергетикӣ Тоҷикистон ва Қирғизистон асосан бо неругоҳҳои барқӣ обӣ ва низоми энергетикӣ Ўзбекистон, Қазоқистон ва Туркменистон бошад, бо неругоҳҳои барқӣ аловӣ фаъолият мекунад. 4. Муттаҳидкунии низоми энергетикӣ эътимоднокӣ ва бехатарии таъминоти барқро ба истеъмолкунандгон зиёд карда, қобилияти низомиро афзун намуда, идоракунии онҳоро содда ва такмил медиҳад[7, с.117-131].

Алиева Р.Р.	Манфиати умумии давлатҳои минтақаи Осиёи Марказӣ ба ҳалли мушкилоти минтақавӣ дар заминаи захираҳои мавҷудаи сӯзишворӣ-энергетикӣ ва обӣ барои ташаккули бозори ягонаи минтақавӣ шароит фароҳам оварда, махсусгардонӣ ва ҳамроҳангсозии истеҳсоли неруи барқро васеъ карда, барои фурӯши неруи барқ рақобатпазирии бештарро фароҳам меорад, ки ин боиси тақвият ва рушди иқтисоди миллӣ ва минтақавӣ мегардад[2, с.187-198].
Зияева З.Ж.	Равандҳои интегратсионӣ бо сатҳу сифати баландтар имкон медиҳанд, ки ҳалли комплекси мушкилоти муҳимтарини иқтисодӣ, энергетикӣ, обӣ ва экологӣ минтақа дар асоси нишондиҳандаҳои зерин бояд ба даст оварда шавад: - татбиқи барномаҳои бузурги миллӣ, байналмилалӣ ва минтақавӣ дар соҳаҳои иқтисодӣ, энергетикӣ, экологӣ ва обёрӣ; - рушди интегратсионии байнидавлатии иқтисодӣ, ташаккули бозори минтақавӣ бо захираҳои назарраси молӣ ва инфрасохтори бозор;
	барқарор намудани муносибатҳои бозории мутақобилан судманди байнидавлатӣ дар байни истеҳсолкунандагон ва истеъмолкунандагони захираҳои энергетикӣ ва обӣ; - барқарор ва нигоҳдории баробарии экологӣ дар минтақа, ҳифзи муҳити зист ва меросии байни давлатҳо; - муайян намудани афзалиятҳои миллии азнавсозии иқтисодӣ, ҳамроҳангсозии онҳо ва муайян кардани афзалиятҳои минтақавӣ дар рушди соҳаҳои энергетика бо мақсади таъмини пешгирии муноқишаҳои байни давлатҳо; - ташаккули низоми дастгирии байнидавлатии лоиҳаҳои сармоягузорӣ дар соҳаи энергетика; - дар амалияи муносибатҳои байнидавлатӣ чорӣ намудани механизмҳои бозории таъминоти неруи барқ[5, с.85-89].
Ақидаи муаллиф	Интегратсияи энергетикӣ давлатҳои Осиёи Марказӣ яке аз омилҳои таъмини рушди устувори иҷтимоӣ иқтисодӣ дар шароити ҷаҳонишавии муосир мебошад. Ояндаи давлатҳои минтақаи Осиёи Марказӣ аз ҷаҳоншудани хоҳиши умумии онҳо барои рушди равандҳои интегратсионӣ дар бозори неруи барқ вобастагии амиқ дорад.

\*Сарчашма: муаллиф таҳия намудааст.

Барои рушду тараққиёти интегратсия дар бозори неруи барқи давлатҳои Осиёи Марказӣ ба ақидаи мо зарурати татбиқи тадбирҳои зерин дар ҳар як давлат лозим аст:

- таҳия, татбиқ ва мониторинги барномаҳои миллии энергетикӣ ва ба назар гирифтани манфиатҳои минтақавӣ дар онҳо;
- кӯшиши ҳадди аксар барои ташаккул ва рушди бозори минтақавии захираҳои энергетикӣ;
- истифодаи максималӣ аз энергияи алтернативӣ - бод, офтоб ва геотермалӣ;
- рушди босуръати гидроэнергетикаи хурд;
- таҳия ва татбиқи сиёсати дурусти сарфаи энергия ва об;
- таҳия ва татбиқи механизми таъмини талаботи экологӣ аз ҷониби истеҳсолкунандагон ва истеъмолкунандагони неруи барқ;
- асосноккунии тарифҳо ва нархҳои миллӣ ва байнидавлатии неруи барқ.

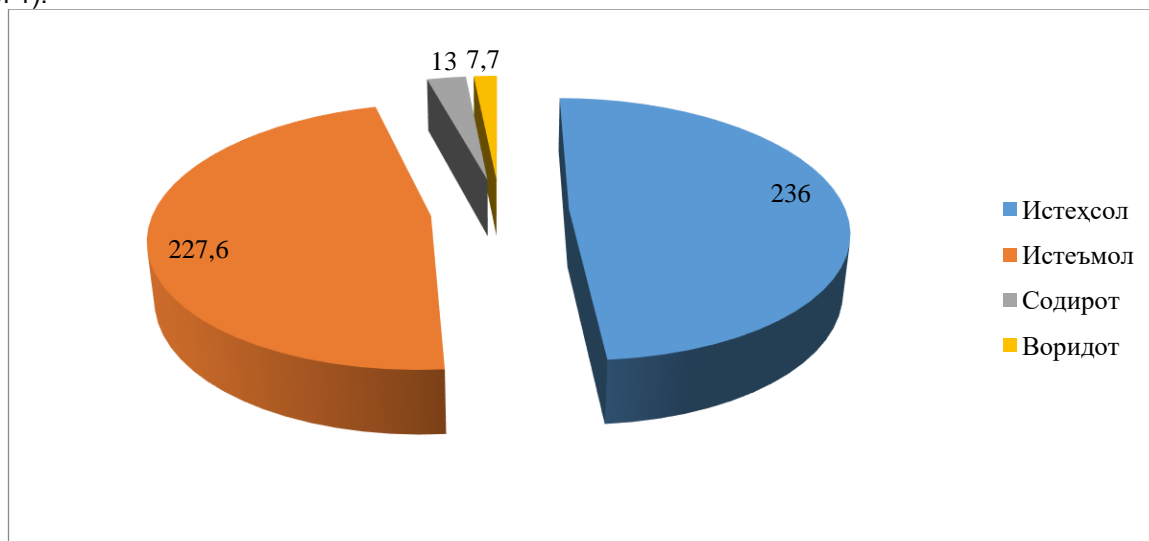
Дар ҷамъбаст аз гуфтаҳои боло, бояд қайд кард, ки муваффақияти ҳамгироии энергетикӣ давлатҳои Осиёи Марказӣ бо мувофиқати механизми ташкилию иқтисодии он, аз ҷумла неқӯаҳволӣ, усулҳои иқтисодӣ, санадҳои меъёрии ҳуқуқӣ ва ҳамкориҳои байнидавлатӣ муайян карда мешавад.

Гуфтан мумкин аст, ки унсурҳои муҳими интегратсия дар бозори неруи барқи минтақавӣ ҳамкориҳо дар соҳаи энергетика ба шумор мераванд. Осиёи Марказӣ минтақае мебошад, ки аз захираҳои энергетикӣ бой аст ва таваҷҷӯҳи сармоягузориҳои тамоми ҷаҳонро ба худ ҷалб мекунад. Барои давлатҳои минтақа имкониятҳои васеъ барои ҳамкорӣ дар соҳаҳои анъанавӣ ва нави энергетикӣ, аз қабили: карбогидридҳо, захираҳои гидроэнергетикӣ, энергияи ҳастай ва технологияҳои барои истифодаи манбаҳои барқароршавандаи энергия фароҳам оварда шудааст. Дар баробари ҳамкориҳои наздик бо давлатҳои Осиёи Марказӣ дар соҳаи амнияти энергетикӣ, технологияҳои нав, энергетикаи ҳастай ва захираҳои гидроэнергетикӣ ҳамкориҳо дар соҳаи экологияро баррасӣ кардан зарур аст.

Дар ин самт ҳукуматҳо ва вазоратҳои салоҳиятдори давлатҳои минтақа як қатор созишномаҳо ва шартномаҳоро байни давлатҳои Осиёи Марказӣ дар соҳаи электроэнергетика таҳия

карда аллакай раванди татбиқи ин созишномаҳоро чиҳати амиқтар кардани равандҳои интегратсионии давлатҳои манфиатдор дар минтақа оғоз намуданд.

Ҳамчунин, дар натиҷаи ба роҳ мондани ҳамкориҳо байни давлатҳои Осиёи Марказӣ дар соли 2020 истеҳсоли неруи барқ дар давлатҳои мазкур 236 млрд. кВт\*соат, истеъмол 227,6 млрд. кВт\*соат, содирот 13,0 млрд. кВт\*соат ва воридот бошад ба 7,7 млрд. кВт\*соат расонида шуд (ниг. расми 1).



Расми 1. Вазъи бозори неруи барқ дар давлатҳои Осиёи Марказӣ дар соли 2020  
Сарчашма: Диаграмма дар асоси таҳлилу омӯзиши муаллиф таҳия гардидааст.

#### Хулоса:

Айни замон, барои рушди равандҳои интегратсионӣ дар бозори неруи барқи давлатҳои Осиёи Марказӣ аллакай заминаҳои муайяни ҳуқуқӣ фароҳам оварда шудаанд. Вале новобаста аз бастанӣ шартномаҳо ва созишномаҳои дахлдор, равандҳои интегратсионии бозори неруи барқ дар давлатҳои мазкур ба суръати дилхоҳ нарасидааст. Сабаби асосӣ дар он аст, ки мақомотҳои салоҳиятдори давлатҳои Осиёи Марказӣ механизми мушаххаси татбиқи қарорҳои қабулшударо ҳанӯз ҳам пурра таҳия накардаанд. Ҳамзамон, рушди муносибатҳои интегратсионӣ дар баҳши захираҳои энергетикӣ таҳлил намуда, чунин натиҷагирӣ намудан мумкин аст:

- Дар давлатҳои Осиёи Марказӣ энергетика дар баробари захираҳои табиӣ нақши «локомотив»-ро дар иқтисодиёт ва сиёсати бисёрљанбаи иқтисодӣ иҷро мекунад. Дар Қазоқистон, Туркманистон ва Ўзбекистон энергетика ҳамчун асоси сиёсати мустақили хориҷӣ ва дар Қирғизистону Тоҷикистон ба сифати манбаи эҳтимолии баромадан аз бунбасти иқтисодӣ-ҷуғрофӣ хизмат мекунад.

- Хусусияти ҳамкориҳои энергетикӣ ва аҳамияти пешбарандаи он барои давлатҳои Осиёи Марказӣ аз он иборат аст, ки он ба монанди ҳамкориҳои иқтисодӣ ва сиёсӣ аст. Аз ҳамкориҳои энергетикӣ, тарафайн бештар манфиатдоранд. Ҳамкориҳои энергетикӣ имкон медиҳад, ки нақшаҳои интегратсионии давлатҳои Осиёи Марказӣ бозэтимодтар хидмат кунанд, робитаҳои аллакай муқарраршуда ва ҳамкориҳо рушд ёбанд. Дар навбати худ, бозори неруи барқ дар давлатҳои Осиёи Марказӣ ба ҳалли мушкилоти мураккаби рушд ва кумаки беруна ниёз доранд, инчунин барои рушди бозори мазкур шарикони хориҷӣ меҷӯянд, ки асосиаш Россия боқӣ мемонад.

- Дарачаи эътимоднокии баҳши энергетика ва омодагии давлатҳои Осиёи Марказӣ ба интегратсияи он, пеш аз ҳама аз нуқтаи назари манфиатҳои сиёсии ин далаҳо калидӣ арзёбӣ мегардад.

- Азбаски энергетика самти афзалиятноки ҳукуматҳои минтақа ба ҳисоб меравад ва аз сабаби он, ки минтақа захираҳои бузурги энергетикӣ ва истифоданашуда дорад, афзоиши назарраси истеҳсол ва содироти неруи барқро дар ояндаи наздик метавон пешгӯӣ кард.

- Давлатҳои Осиёи Марказӣ амалан аз иқтисодӣ ҳамкорие, ки дар соҳаи энергетикаи худ дар замони шӯравӣ ба вуҷуд оварда буданд, ба таври даркорӣ истифода намебаранд. Аз ҷумла, сохтори тақсими захираҳои минтақа имкон медиҳад, ки мубодилаи самараноки гидроэнергетика аз кишварҳои болооб ва карбогидридҳо аз кишварҳои поёноб ташкил карда шавад. Дар натиҷа, талаботи Қирғизистон ва Тоҷикистон бо нефту газ таъмин карда мешавад ва Қазоқистон, Ўзбекистон ва аллахусус Туркманистон метавонистанд карбогидридҳоро барои тавлиди неруи барқ харғя накунад ва содироти нефту газ аз минтақаи Осиёи Марказӣ ба таври назаррас афзояд.

**Адабиёт:**

1. Абдувалиева Н.А. Перспективы и механизмы формирования энергетического кластера Центрально-Азиатского региона / Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Душанбе, 2019 г. – С.113.

2. Алиева Р.Р. Интеграция – фактор устойчивого развития и стабильности государств Центральной Азии / Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия общественных наук – Худжанд – 2015. – №1 (1) С. 187-198

3. Аминжонов Ф.С. Программа Центрально-Азиатского регионального экономического сотрудничества как драйвер региональных энергетических проектов для укрепления энергетической безопасности в постсоветской Центральной Азии/ Проблемы постсоветского пространства – Москва – 2019. – Том. 6. №2. С. 53-64

4. Зиядуллаев Н.С., Зиядуллаев У.С. О стратегии развития государств Центральной Азии в условиях глобализации и регионализации мировой экономики // Общество и экономика. М. 2019. № 4. С. 87–100

5. Зияева З.Ж. Роль интеграционных процессов стран ЕврАзЭС и ШОС в освоении энергетических ресурсов Таджикистана/ Проблемы современной экономики. – Москва – 2009.- № 2 (30). С.85-89.

6. Касимова В. М. Проблемы межгосударственного взаимодействия в области ТЭК стран Центральной Азии / В. М. Касимова //Евразийская экономическая интеграция, №1 (6), февраль 2010 г. – С.55-56

7. Петров Г. Н. «Гидроэнергетика и ее роль в региональной интеграции стран Центральной Азии»/ Евразийская экономическая интеграция– Москва – 2009. –№3 (4). С. 117-131

8. Ричард У. Региональная интеграция как стратегия энергетической безопасности: опыт Европы по обеспечению безопасности посредством регулятивной интеграции для Центральной Азии /У. Ричард// Ежегодный сборник аналитических статей. Бишкек: 2020. – С.162-177

9. Центрально-Азиатская программа развития энергетических и водных ресурсов. Годовой отчет за 2017 г. [электронный ресурс]. URL: <http://documents1.worldbank.org/> (дата обращения: 15.09.2020 г.)

10. ШОС создает Энергетический клуб // Новости горной промышленности. [электронный ресурс]. – URL: [www.miningexpo.ru/news/18404](http://www.miningexpo.ru/news/18404). (дата обращения 16.09.2020)

TJ	RU	EN
Асоев Баходур Хайридинович	Асоев Баходур Хайридинович	Asoev Bahodur Khairidinovich
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior lecturer
Донишкадаи технология ва менеҷменти инноватсионӣ дар шаҳри Кӯлоб	Институт технологий и инновационного менеджмента в городе Кулябе	Institute of Technology and Innovation Management in the city of Kulob
asoev_86@bk.ru		
(+992) 985-24-70-82		

## ТАҶҚИҚИ ОМИЛҲОИ АСОСИИ БА САТҶИ РАҚОБАТПАЗИРИИ КОРХОНАҲОИ САНОАТИ САБУК ТАЪСИРКУНАНДА

<sup>1</sup>Ҳоҷаев П.Д., <sup>2</sup>Сулаймонзода Ш.Ф., <sup>3</sup>Раҳимзода М.Н.

<sup>1</sup>Донишгоҳи давлатии тичорати Тоҷикистон

<sup>2</sup>Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон

<sup>3</sup>Донишгоҳи давлатии Данғара

Дар мақола таҳқиқи омилҳои асосии ба сатҳи рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук таъсиркунанда амали карда шудаанд. Муаллифон исбот намудаанд, ки нақшаи пешбарандаро дар ноил гардидан ба рақобатпазирии иқтисодии миллии кластерҳо мебозанд, яъне ғуруҳи корхонаҳои ба ҳам алоқаманд, таъмингарони ҳадамоти махсусгардонидашуда ва инчунин ташкилотҳои муассисаҳои ғайритичоратии ба фаъолияти корхонаҳо алоқаманд, ки дар соҳаҳои муаян аз руи аломати ҷуғрофӣ муттаҳид карда шуда бо ҳам рақобат менамоянд ва ҳамзамон яқдигарро пурра мекунанд.

Ҳамзамон кластерҳо массаи ҳалкунандаи барои муваффақияти рақобати зарурро дар соҳаҳои муаян ба вучуд меоранд. Бинобар ин яке аз вазифаҳои асосии дар низоми таъмини рақобатпазирии баланди иқтисодии миллии муаян намудани иқтисодии кластеркунони иқтисодии миллии мебошад. Ҳамин тариқ, аз таҳлили микродоро сифати шароитҳои устувории рақобати соҳаҳои хоҷагии миллии бар меояд, ки Тоҷикистон дар соҳаҳои саноати гидроэнергетика, металлургияи ранга, саноати химия, саноати сабук, хоҷагии кишлоқ, комплекси агросаноати ва соҳаҳои хизматрасониҳои сайёҳӣ дорои бартариҳои рақобати бунёди ва махсусгардонидашуда мебошад, яъне шароитҳои устувории рақобатиро соҳиб мебошад, ки метавонад рақобатпазирии баланди иқтисодии миллиро таъмин намоёнд.

**Калимаҳои калидӣ:** таҳқиқ, омилҳои асосӣ, рақобатпазирӣ, корхона, саноати сабук, кластер, иқтисодии миллии, таҳлили микродорои сифатӣ, сифат, молу хизматрасониҳо.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УРОВЕНЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ходжаев П.Д., Сулаймонзода Ш.Ф., Раҳимзода М.Н.

В статье изучены основные факторы, влияющие на уровень конкурентоспособности предприятий легкой промышленности. Авторы доказывают, что ведущую роль в достижении конкурентоспособности национальной экономики играют кластеры, то есть группа родственных предприятий, поставщиков специализированных услуг, а также некоммерческих организаций и учреждений, связанных с деятельностью предприятий, которые объединены в определенных областях по географическому признаку, они конкурируют и дополняют друг друга одновременно.

Вместе с тем кластеры создают решающую массу, необходимую для успеха конкуренции в определенных областях. Поэтому одной из основных задач в системе обеспечения высокой конкурентоспособности национальной экономики является определение потенциала кластеризации национальной экономики. Таким образом, из количественного и качественного анализа условий конкурентной устойчивости отраслей народного хозяйства следует, что Таджикистан имеет сложившиеся и специализированные конкурентные преимущества в сферах гидроэнергетики, цветной металлургии, химической промышленности, легкой промышленности, сельского хозяйства, агропромышленного комплекса и туристических услуг, т.е. имеет условия конкурентной устойчивости, способные обеспечить высокую конкурентоспособность национальной экономики.

**Ключевые слова:** исследование, основные факторы, конкурентоспособность, предприятие, легкая промышленность, кластер, национальная экономика, количественный и качественный анализ, качество, товары и услуги.

## STUDY OF THE MAIN FACTORS AFFECTING THE LEVEL OF COMPETITIVENESS OF LIGHT

Khojaev P.D., Sulaimonzoda Sh.F., Rakhimzoda M.N.

The article studies the main factors influencing the level of competitiveness of light industry enterprises. The authors prove that the leading role in achieving the competitiveness of the national economy is played by clusters, that is, a group of related enterprises, providers of specialized services, as well as non-profit organizations and institutions associated with the activities of enterprises, which are united in certain areas on a geographical basis, they compete and complement each other. friend at the same time.

At the same time, clusters create the decisive mass necessary for the success of competition in certain areas. Therefore, one of the main tasks in the system of ensuring the high competitiveness of the national economy is to determine the potential for clustering the national economy. Thus, from a quantitative and qualitative analysis of the conditions for the competitive stability of the sectors of the national economy, it follows that Tajikistan has established and specialized competitive advantages in the areas of hydropower, non-ferrous metallurgy, chemical industry, light industry, and agriculture. , agro-industrial complex and tourism services, i.e. has the conditions of competitive stability capable of ensuring the high competitiveness of the national economy.

**Key words:** research, main factors, competitiveness, enterprise, light industry, cluster, national economy, quantitative and qualitative analysis, quality, goods and services.

### Муқаддима

Мафҳуми рақобатпазирӣ агар ба маънои таҳтуллафзӣ «қобилияти рақобат кардан доштан»-ро ифода менамояд. Дидабарои мафҳум бо маънои мазкур метавонад барои посух додан ба як қатор саволҳо кумак расонад.

Дар адабиёти иқтисодие, ки ба масъалаи рақобатпазирӣ бахшида шудааст, се нуқтаи назар оиди муайянамоии рақобат мавҷудааст. Якум нуқтаи назар рақобатро ҳамчун мусобиқа дар бозор муайян менамоянд. Дуюм нуқтаи назар рақобатро ҳамчун унсури механизми бозорӣ, ки имконияти мувозинат намудани талабот ва таклифотро медиҳад, дида мебароянд. Ин нуқтаи назар ба назарияи классикии иқтисодӣ хос мебошад. Сеюм нуқтаи назар рақобатро ҳамчун меъёри муайян

кунандаи навъи бозори соҳавӣ муайян мекунад ва дар назарияи морфалогии бозор асос меёбад [1, С. 23, 2].

Мафҳуми рақобатпазири миллӣ (англ. National Competitiveness)-мафҳуми бисёрмаъноест, ки аксаран чунин ифода меёбад.

Қобилияти мамлакат барои ноил ба гардидан суръати баланди рушди иқтисодӣ, ки дар дурнамои миёнамӯҳлат устувор бошад;

Дараҷаи ҳосионоки омилҳои истеҳсолот дар мамлакатаи додашуда;

Қобилияти ширкатҳои мамлакатаи додашуда барои рақобати бомуваффақият дар ин ё он бозорҳои байналхалқӣ.

Рақобатпазирии иқтисодии миллӣ бо мавҷудияти соҳаҳои рақобатпазирӣ дошта ва инчунин бо қобилияти мақоматҳои миллӣ

давлати оиди фароҳам овардани шароитҳои муосир ба корхонаҳои миллӣ барои нигоҳ доштани бартарияҳои рақобати дар соҳаҳои гуногун муайян карда мешавад [3, С. 32, 4].

Тавре ки аён аст, Љумҳурии Тоҷикистон дар сиёсати берунаи худ сиёсати «дарҳои кушод»-ро пеш гирифтааст: Ин, албатта иқдоми неқ бӯда, таҷрибаи ҷаҳонӣ дуруст будани ин роҳро собит кардааст: «Иқтисоди кушод» барои мамлакат имкониятҳои калон фароҳам меорад. Дар қатори ин бояд дар назар дошт, ки ин гунна «кушодагӣ» бояд дар доираи зарурати оқилона бошад, то ҳадде, ки ба самарнокии иқтисодӣ, рақобатпазирии он мусоидат менамояд. Аммо Љумҳурӣ бо шароитҳои хоси низоми иқтисодии байналмилалӣ ворид мешавад. Душвориҳои давраи гузариш, камбизоатӣ, норасоии сармоя ва дигар ҳолатҳои номусоид водор месозанд, ки давлат дар масъалаи «кушодагаронӣ» бояд ҳолати ҳифзшавии истеҳсолоти ватанӣ, молия ва низоми бонкӣ, муомилоти пул, бахшҳо ва соҳаҳои стратегии мамлакат ба инбат гирифта шавад. Бояд ки ҳамаи ҷиҳатҳои ин чараён, танзими давлатии кушодагаронӣ мавриди таҳлилу мулоҳизаи хуб қарор гиранд.

Корхонаҳои миллӣ дар ҳолатҳои зерин ба бартарияти рақобат ноил мегарданд:

Дар натиҷаи кор карда баромадани усулҳои нави иҷроии фаъолият;

Дар натиҷаи ҷорӣ кардани технологияҳои нав ;

Дар натиҷаи истифодаи маҳсулнокии компонентҳои асосии истеҳсолот .

Дар шароити муосир бартарияти рақобати мувофиқи ташкили тамоми системаи фаъолияти корхона ва алоқаи байни онҳо муайян карда мешавад. Корхонаҳо ба бартарияти рақобати, пеш аз ҳама дар асоси навовариҳои муваффақ мешаванд. Навовари ба маънои васеъ ҳам беҳтар кардани технология, ҳам такмил додани роҳҳо ва усули пешбурди корро дар бар мегирад. Навовари метавонд дар дигаргун кардани мол ё раванди истеҳсол, истифодаи роҳҳои нави фуруши мол ва афкори нави маркетинг ифода ёбад. Навоварӣ ин натиҷаи такмил додани сохтори ташкили мебошад. Вай ҳамеша маблағгузориҳо ба инкишофи сармояи инсонӣ, ба фондҳои асосӣ ва саъю кушиши иловагӣ барои маркетинг дар назар дорад.

Корхонаҳо қисми дар чараёни тақсмоти меҳнат ҷудошуда мебошад, ки воҳиди хоҷагидориро ташкил намуда ба таври ҳуқуқӣ ба қайд гирифта мешавад. Ҳангоми фаъолият дар бозори ҷаҳонӣ як қатор корхонаҳо ба рақобатпазирӣ соҳиб мебошанд, дигар корхонаҳо не. Барои чи баъзе корхонаҳо рақобатпазирӣ доранд, дигар корхонаҳо не? Ба инсавол илми иқтисод ҷавобҳои гуногунҷабҳа медиҳад, ки дар баъзе ҳолатҳо яқдигарро инкор менамояд.

Рақобатпазирии корхонаҳо дар имконияти дастрасӣ ва истифодаи манбаъҳои бои табиӣ, аз қабилӣ замин, иқлим муосир, дарёҳо, канданиҳои фойданок, манбаъҳои арзони меҳнатӣ ва инчунин дониш ва технологияҳо асос меёбанд. Аммо манбаъҳои табиӣ маҳдуданд ва наметавонанд дар даври дарозмуддат рақобатпазири корхонаҳоро дар базори ҷаҳонӣ таъмин намоянд. Донишу технологияҳои истифодаи самаранокии манбаъҳои табиӣро таъмин намуда ҳосилнокии меҳнат, даромад ва дар натиҷа стҳи зиндагиро баланд мекунад.

Ин нуқтаи назар маҳсусан барои субъектҳои хоҷагидори Тоҷикистон дар шароити баромадан ба бозори ҷаҳонӣ зарур аст. Зеро аини замон чи хеле ки маълумгардид, бартарияти рақобатии субъектҳои хоҷагидори асосан бартариятҳои рақобатии дараҷаи паст мебошанд, яъне дар манбаъҳои бои табиӣ, қувваи кории арзон асос меёбанд. Аммо барои гузаштан ба бартарияти рақобатии дараҷаи баланд ба субъектҳои хоҷагидори миллӣ навовариҳои дар шакли технологияҳои нави истеҳсоли, усулҳои идоракуни ва ахборот зарур аст. Ба ғайр аз ин қайд кардан зарур аст, ки ба қобилияти рақобатии корхонаҳо як қатар омилҳои дохилию беруни таъсир мерасонанд [5, С. 12, 6].

Корхонаҳои миллӣ ҳангоми баромадан ба бозори ҷаҳонӣ наметавонанд доираҳои гуногуни рақобатро интиҳоб кунанд, яъне онҳо наметавонанд, ки рақобатро дар доираи васеъ ташкил диҳанд ва ё як сектори бозорро интиҳоб намояд. Ба бартарияти рақобати корхонаҳо фақат дар сурати ташкил ва иҷро кардани намудҳои алоҳидаи фаъолият ноил мегарданд. Фаъолияти ҳама гуна корхона аз намудҳои гуногун иборат аст. Барои он ки корхона ба бартарияти рақобати ноил гардад, зарур аст, ки вай ҳамин гунна маҳсулотро ба харидорон пешниҳод намояд, ки рақибони вай низ пешниҳод мекунанд, вале бо хароҷотҳои пасттарин ва ё бо арзишнокии нисбатан баланди мол.

Дар шароити ҷаҳонишавии хоҷаги ҷаҳонӣ ва шиддат ёфтани рақобати байналхалқӣ барои корхонаҳои миллӣ зарур аст, ки сатҳи рақобатпазирии худро доимо баланд намоянд. Зеро ки ҳангоми баромадан ба бозори ҷаҳонӣ муҳити амалигардонии фаъолияти соҳибкори аз шароитҳои иқтисодӣ миллӣ, ки аз таъсири рақобати байналхалқӣ тавассути ҳимояи давлати эмин буд, фарқияти кулли дорад.

Дар бозори ҷаҳонӣ бошад корхонаҳои миллӣ танҳо ба бартариятҳои рақобатии худ таъҷиб карда метавонанд.

Ба омилҳои асосии дар бозори ҷаҳонӣ барои корхонаҳои миллӣ муваффақиятро ҳангоми муборизаи рақобатӣ таъминкунанда сифати баланд, эътимодноки ва бехатарии маҳсулот, ки маҷмӯи нишондиҳандаҳои рақобатпазирии маҳсулотро ташкил медиҳанд, дохил мешаванд. Агар чи ба ғайр аз сифат, ба рақобатпазирии маҳсулот нарх, мӯҳлати таҳвил, кафолат, хизматрасонии баъди фуруш ва як қатор нишондиҳандаҳои дигар ҳам дохил шаванд, харидорон ва супоришдиҳандагон ҳангоми интихоби мол маҳз ба сифат таваҷҷӯҳ зоҳир менамоянд [7, С. 42, 8].

Барои таъмини сифат бошад натавонанд бунёди моддӣ ва мутахассисони таҳассуснок, балки шабакаи идоракунии сифат зарур аст. Бинобар ин дар шароити муосир ба усулҳои муосири идоракунии сифат аз ҷониби корхонаҳо аҳамияти хос дода мешавад. Ҳангоми ҷоринамоии умумии идоракунии сифат бартарияти асосӣ дар фаъолияти корхона иҷрои бечунучарои тамоми талабот оиди сифати маҳсулот дода мешавад. Барои он ки, ҷуноне қайд намудем, асоси таъминоти фаъолияти муътадил ва самараноки корхона дар шароити муносибатҳои бозори рақобатпазирӣ ба ҳисоб меравад. Ин бошад дар навбати худ устувории сифати маҳсулоти истеҳсолшавандаи ба талабот мувофиқро таъмин мекунад.

Рақобатпазирии маҳсулот рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабукро таъмин мекунад, ки дар натиҷа ба инкишофи иқтисодӣ, умуман, таъсири мусбӣ мерасонад. Ҳамин тариқ, сифати маҳсулот аз масъалаи хусусии истеҳсолкунандагони алоҳида ба масъалаи умумимиллӣ сифати ҳаёти аҳолии мубаддал мегардад.

Яке аз роҳҳои баланд бардоштани рақобатпазирии корхонаҳои миллӣ ҳангоми баромадан ба бозори ҷаҳонӣ стандартикунони ва сертификатсияи маҳсулот ва мувофиқ намудани стандартҳои миллӣ ба талаботи стандартҳои сатҳи байналхалқӣ мебошад. Стандартикунони ва сертификатсияи маҳсулот бо таъсири тамоилиҳои муосири таъмини бехатарии маҳсулоти таъиноти маиши, нигоҳдории саломати ва ҳифзи муҳити зист аҳмияти рузафзунро пайдо карда истодааст. Масалан, дар сертификатсияи таҷҳизоти маишии барқи актҳои меъёрии махсус бо мақсади ҳимояи истеъмолкунандагон аз дастгоҳҳои бесифати маиши амал мекунад. Агарчи худ сертификати мувофиқат барои тасдиқи сифати хизматрасониҳои пешниҳодшаванда зарур бошад ҳам, барои соҳибкорон он бартарияти иловагӣ дар муборизаи рақобати ба ҳисоб меравад [9, С. 42, 10].

Бинобар ин аз нуқтаи назари манфиатҳои иқтисодӣ миллӣ, давлат бояд кушиш кунад, ки чунин восита ба монанди сертификатсия, аз як тараф бехтаршавии сифати маҳсулот, хизматрасонӣ ва кафолати бехатарии онҳоро барои истеъмолкунанда таъмин намояд, аз тарафи дигар ҷараёни сертификатгирӣ ва арзиши гирифтани онро гарон нанамуда сатҳи роҳи инкишофи соҳибкорӣ нагардад.

Ба воситаи стандартикунони маҳсулот ҳамчун фаъолияти нақшаи оиди муқаррарнамоӣ ва иҷрои қоидаҳо, меъёрҳо ва талаботҳои сифати ба таври иқтисодӣ оптималии маҳсулот, баланд гардидани ҳосилнокии меҳнат ва саматанокии истифодаи арзишоти моддӣ дар ҳолати риояи талаботи бехатарии таъмин карда мешавад. Ҳамин тариқ, дар ҷаҳорҷубаи низомии давлатии стандартикунони мақсади асосӣ ба воситаи стандартҳои нишондиҳандаҳо, меъёрҳо ва талаботи ба сатҳи баланди илми ватанию хориҷӣ, техникаю истеҳсолот мувофиқ, мусоидат намудан ба таъминоти инкишофи мутаносибӣ ҳамаи соҳаҳои хоҷагии миллӣ мебошад [11, С. 92].

Корхонаҳои миллӣ бояд донанд, дар шароити муносибатҳои бозори ягон сармоягузорӣ наметавонанд корхонаро наҷот диҳанд, агар корхона рақобатпазирии маҳсулот ва ё хадомоти худро таъмин карда натавонанд. Асоси рақобатпазирӣ бошад сифат аст ва бехтаршавии сифат дар навбати худ баланд намудани сифтаи ашёи хом, масолеҳ, маҳсулоти васлкунанда ва ҷоринамоии технологияҳои пешқадам ва усулҳои ташкили истеҳсолот ва меҳнатро талаб менамояд. Бинобар ин вазифаи баланд бардоштани сифати маҳсулот хусусияти маҷмӯи гирифта ҳамаи соҳаҳои саноатро дахлдор менамояд.

Ба омилҳои асосии дар бозори ҷаҳонӣ барои корхонаҳои миллӣ муваффақиятро ҳангоми муборизаи рақобати таъминкунанда сифати баланд, эътимодноки ва бехатарии маҳсулот, ки маҷмӯи нишондиҳандаҳои рақобатпазирии маҳсулотро ташкил медиҳанд, дохил мешаванд.

Мувофиқи назарияи бартариятҳои рақобатии М.Портер, ҳангоми таҳлили рақобатпазирии иқтисодӣ миллӣ ба се гурӯҳи омилҳо таваҷҷӯҳ бояд дод [6, С. 238]:

1. Омилҳои бунёди;
2. Омилҳои инкишоф;
3. Омилҳои махсусгардонидашуда.

Ба омилҳои бунёди дар Љумҳурии Тоҷикистон манбаъҳои бои табиӣ, мавҷудияти қувваи кори арзон, шароитҳои биологияю иқлими ва мавқеи мусоиди таърихан ташаккули таҷрибаи ҷуғрофӣ дар



«Роҳи Бузурги Абрешим», ки мамлакатҳои ИДМ-ро бо мамлакатҳои Осиёи Шарқӣ ва Оиёи Ҷанубу Шарқӣ мепайвандад, дохил мешавад.

Сохтори ахбороти инкишофёфта, ташкилотҳои тадқиқотӣ ва мутахассисони баландтаҳассусу лаёқатманд ба гурӯҳи омилҳои инкишоф, ки барои ташкили бартариятҳои рақобатии сатҳи баланд заруранд, яъне аз худ намудани таҷрибаи муосири истеҳсоли маҳсулот ва ихтироъ кардани технологияҳои навтарин, мукамалгардонии истеҳсолот мебошад.

Ба омилҳои махсусгардонидашуда, чун қоида, мавҷудияти маҷмӯи манбаъҳои махсус, шароитҳои махсуси ба мамлакат хос дохил мешаванд. Ин метавонад мавҷудияти истеҳсолоти нодир ва ё иқтисодии баланди ақлонӣ (ҳиссаи зиёди олимони дар шумораи умумии коргарони миллӣ) дар мамлакат бошад.

Ба қобилияти рақобатии корхонаҳои саноати сабук як қатор омилҳои дохилию беруни таъсир мерасонанд.

Ба омилҳои берунии рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук вазъияти коркарди маҳсулот дар мамлакат, нишондиҳандаҳои рушди иқтисодии давлат, нишондиҳандаҳои вазъияти иқтисодӣ ва дигар омилҳо дохил мешаванд.

Ба омилҳои дохилии рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук инҳо дохил мешаванд: иқтисодии истеҳсолию технологи, сатҳи таъминоти моддию техники, иқтисодии молиявӣ иқтисодӣ, самаранокии реклама, иқтисодии илми-техники, сатҳи корҳои илми-техники., сатҳи корҳои патентӣ ҳуқуқи, иқтисодии мутахассиси, технологияи истеҳсолот, сертификатсия ва борбанди ва ҳоказо.

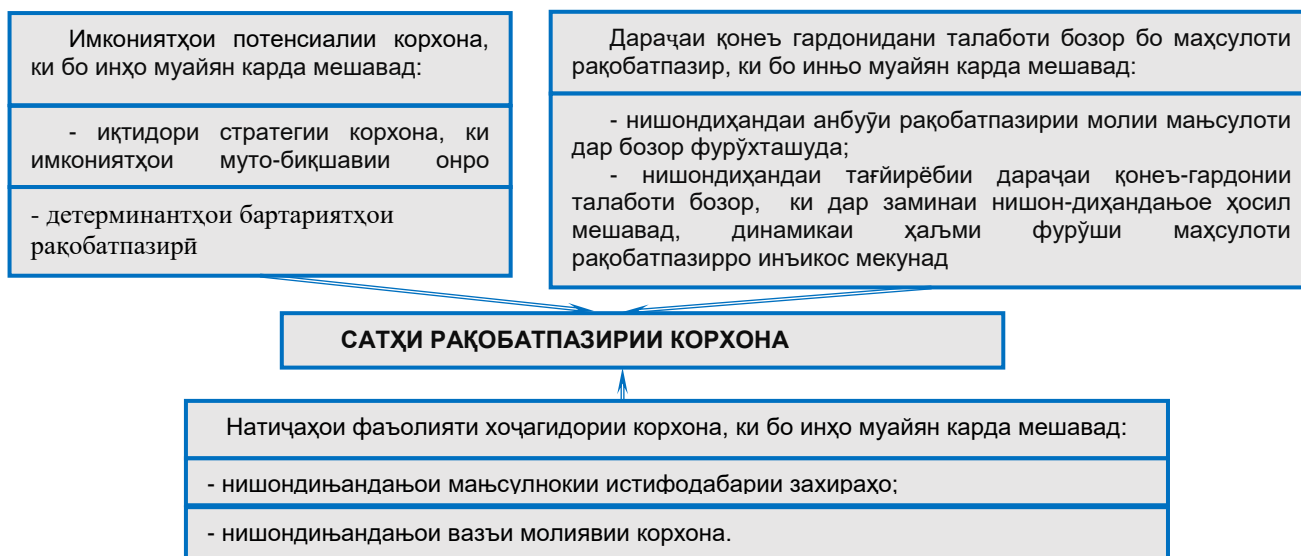
Аммо, ба назари мо, ин дидгоҳ ба мафҳуми рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук то андозае яктарафа мебошад. Дар шароити муосири бозорӣ, дилхоҳ корхона бо кумаки имконоти потенциали худ бояд аз як тараф, барои баланд бардоштани натиҷаҳои фаъолияти хоҷагидорӣ худ, аз тарафи дигар бошад, барои қонеъ гардонидани талаботи бозор саъй намояд.

Аз ин рӯ, ба назар табиӣ менамояд, ки рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук бо се омилҳои асосии зерин: имкониятҳои потенциалии корхона, дараҷаи қонеъ гардонидани талаботи бозор бо маҳсулоти рақобатпазир ва натиҷаҳои фаъолияти хоҷагидорӣ он муайян карда шавад (рас.1).

Сатҳи баланди ҳар як омил, дар маҷмӯъ, кафолати рақобатпазирии баланди корхона мебошад.

Нақшаи пешбарандаро дар ноил гардидан ба рақобатпазирии иқтисодӣ миллӣ кластерҳо мебозанд, яъне гурӯҳи корхонаҳои ба ҳам алоқаманд, таъмингарони ҳадамоти махсусгардонидашуда ва инчунин ташкилотҳои муассисаҳои ғайритиҷоратӣ ба фаъолияти корхонаҳо алоқаманд, ки дар соҳаҳои муаян аз руи аломати чуғрофӣ муттаҳид карда шуда бо ҳам рақобат менамоянд ва ҳамзамон якдигарро пурра мекунанд.

Зеро маҳз кластерҳо массаи ҳалқунандаи барои муваффақияти рақобати зарурро дар соҳаҳои муаян ба вуҷуд меоранд. Бинобар ин яке аз вазифаҳои асосии дар низоми таъмини рақобатпазирии баланди иқтисодӣ миллӣ муаян намудани иқтисодии кластеркунони иқтисодӣ миллӣ мебошад. Ҳамин тариқ, аз таҳлили миқдорию сифати шароитҳои устувори рақобатии соҳаҳои хоҷагии миллӣ бар меояд, ки Тоҷикистон дар соҳаҳои саноати гидроэнергетика, металлургияи ранга, саноати химия, саноати сабук, хоҷагии қишлоқ, комплекси агросаноати ва соҳаҳои хизматрасониҳои сайёҳӣ дорони бартариятҳои рақобатии бунёди ва махсусгардонидашуда мебошад, яъне шароитҳои устувори рақобатиро соҳиб мебошад, ки метавонад рақобатпазирии баланди иқтисодӣ миллӣро таъмин намоянд.



Расми 1- Омилҳои асосии ба сатҳи рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук таъсиркунанда

Аммо қайд кардан зарур аст, ки бо вучуди пешравиҳои муаян дар соҳаҳои хоҷагии миллии сарчашмаҳои мавҷудаи бартариати рақобати батаври кофи истифода намегарданд. Зеро то ҳол бисёр корхонаҳо бо таҷҳизоти аз ҷиҳати маънавий ҷисмӣ фарсуда кор мекунанд. Дар натиҷа аксари онҳо маҳсулоти рақобатнопазир истеҳсол намуда, қисми зиёди онҳо, ки ба коркарди ашё машғуланд, амалан иқтидорҳои истеҳсолиро хеле нокифоя истифода мебаранд. Баланд бардоштани самаранокии содироти ашёи хом ва зарурати тағйир додани он ба самти маҳсулоти таёр дар сурати таҷдиди техникии ва модернизатсияи корхонаҳо ва соҳаҳои яклухт, ки ба содироти ашёи хом нигаронида шудаан, имконпазир аст.

Ҳамин тариқ, мушкилоти омузиши омилҳои асосии ба сатҳи рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук таъсиркунанда чӣ дар маҷмӯъ барои иқтисодиёти миллии ва чӣ барои ташкилотҳои ибтидоии иқтисодӣ - корхонаҳои алоҳида, дар мадди аввал баромадаанд. Ҳаминро метавон хулоса кард, ки Тоҷикистон ба як системаи иқтисодие ниёз дорад, ки муассир, аз ҷиҳати иҷтимоӣ одилона, рақобатпазир бошад ва рушди устувори сиёсӣ, иҷтимоӣ ва иқтисодии кишварро дар шароити рақобати шадиди беруна ва дохилӣ таъмин кунад.

#### Адабиёт:

1. Вютрих Х.А., Винтер В.Б. Конкурентоспособность глобальных предприятий. // Проблемы теории и практики управления. 1995. -№3.
2. Гайворонский А Конкуренция: проблемы формирования в переходной экономике // Бизнес информ. 2012. № 3.
3. Глухов А. Оценка конкурентоспособности товара и способы ее обеспечения // Маркетинг. – 2014. -№2.С.56-64.
4. Горбач Е. Ресурс конкурентоспособности орудий труда //Бизнес-информ. - 2014. - №13-14. - С.146-147.
5. Горбашко Е.А. Обеспечение конкурентоспособности промышленной продукции. СПб.: СПбУЭиФ. 1994. -С.3.
6. Портер М.Е. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. М. 1993. С.238.
7. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 312 с.
8. Ходжаев П.Д. Некоторые аспекты оценки конкурентоспособности услуг пассажирского транспорта/П.Д.Ходжаев. // Вестник Российско-Таджикского (Славянского) университета. - Душанбе: РТСУ, 2012.- № 4 (39). – С. 107-113.
9. Ходжаев П.Д. Оценка конкурентоспособности региональных транспортных предпринимательских структур в Республике Таджикистан/ П.Д. Ходжаев, С.Ш. Бегмуродов // Вестник Таджикского технического университета. - Душанбе: ТТУ, 2014.- № 1 (40). Серия экономических наук. - С. 101– 107.
10. Ходжаев П.Д. Развитие конкуренции на пассажирском автотранспорте в условиях рыночной экономики // Вестник ТГУПБП. – № 4(73), 2017. Худжанд, 2017. –С.23-31.- 0,6 п.л.
11. Шмулевич Т.В. Конкурентоспособность крупных предприятий и ее роль в развитии предпринимательства // Народы СНГ накануне третьего тысячелетия./ Материалы Междунар. научн. конгресса. Н.Новгород, 2014. С.92.

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

TJ	RU	EN
Хочаев Парвиз Давронович доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор	Ходжаев Парвиз Давронович доктор экономических наук, профессор	Khojaev Parviz Davronovich Doctor of Economics, Professor
Донишгоҳи давлатии тилборати Тоҷикистон	Таджикский государственный университет коммерции	Tajik State University of Commerce
<a href="mailto:hojaev123p@mail.ru">hojaev123p@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Сулаймонзода Шухрат Фирдавс номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент	Сулаймонзода Шухрат Фирдавс кандидат экономических наук, доцент	Sulaymonzoda Shuhrat Firdavs Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон	Таджикский государственный финансово-экономический университет	Tajik State University of Finance and Economics
<a href="mailto:Sulaymonzoda_sh@mail.ru">Sulaymonzoda_sh@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Раҳимзода Муҳаммадҷони Назар муаллими калон	Раҳимзода Мухаммаджони Назар	Rakhimzoda Muhammadjoni Nazar senior lecture
Донишгоҳи давлатии Данғара	Дангаринский государственный университет	Dangara State University

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1  
к Положению о научном журнале  
"Политехнический вестник"

### ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ статей в журнал "Политехнический вестник"

1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.
2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:
  - статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
  - статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
  - статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).
3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.

#### 4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD<sup>1</sup> на таджикском, английском или русском языке:

<b>ВВЕДЕНИЕ (Introduction)</b>	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.
<b>МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)</b>	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы были использованы или кто был включен в выборку? Детально описывают методы и схему экспериментов/наблюдений, позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)</b>	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
<b>ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)</b>	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)</b>	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)</b>	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b>	оформляется в конце статьи в следующем виде:

<sup>1</sup> Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

(AUTHORS' BACKGROUND)

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

<b>КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)</b>	<p>Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.</p> <p>Пример:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. — член комитета XXXX.</li> <li>2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.</li> </ol> <p>Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи</p>
--	--

<b>ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).</b>	<p>Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).</p> <p>Пример данного раздела:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.</li> <li>2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации</li> </ol>
---	---

ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)

<b>БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)</b>	<p>Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.</p>
---	--

<b>ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)</b>	<p>Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.</p>
--	---

<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)</b>	<p>В этом разделе могут быть помещены:</p> <p>Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.</p> <p>Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).</p>
---	--

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

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

Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладов на конференциях и семинарах.

### 5. Требования к оформлению статей

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

#### Рекомендации по набору и оформлению текста

Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры страницы и абзаца	отступы сверху и снизу - 2.5 см; слева и справа - 2 см; табуляция - 2 см;	ориентация - книжная
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые – по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире –). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки (иллюстрации, графики, диаграммы, схемы)	Должны иметь сквозную нумерацию, название и ссылку в тексте, которую следует располагать в тексте после первого упоминания о рисунке. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF, *TIFF (толщина линий не менее 3 пкс) Фотографии должны быть предельно четкими, с разрешением 300 dpi. Максимальный размер рисунка: ширина 150 мм, высота 245 мм. Каждый рисунок должен иметь подрисуночную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисуночные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке.

Наименование	Требования	Примечания
		Не допускается наличие рамок вокруг и внутри графиков и диаграмм Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК <sup>4</sup>	<b>УДК 62.214.4; 621.791.05</b>	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	<b>НАЗВАНИЕ СТАТЬИ</b> (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	<b>Инициалы и фамилии авторов</b> (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	<b>Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими</b>	В центре полужирными буквами
Реферат (аннотация)	Должен быть информативным и на языке оригинала статьи (таджикском, русском и английском), содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов). Структура реферата: Введение. Материалы и методы исследования. Результаты исследования. Заключение.	Выровнять по ширине
Ключевые слова	5-6, разделены между собой « , ». (на языке оригинала статьи) Пример: энергосбережение, производство корунда, глинозем, энергопотребление, оптимизация	Выровнять по ширине
На двух других языках приводится: Заголовок Авторы Организация Реферат (аннотация)	перевод названия статьи, авторов <sup>5</sup> , организации <sup>6</sup> , заголовки и реферат <sup>7</sup> и ключевые слова <sup>8</sup> на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

К статье прилагается (см. <http://vp-es.ttu.tj/>):

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

<sup>4</sup> Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

<sup>5</sup> В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

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

<sup>7</sup> Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

<sup>8</sup> В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводаемый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

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

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

Ба чоп 22.10.2021 имзо шуд. Ба матбаа 25.10.2021 супорида шуд.  
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8  
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ  
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10<sup>А</sup>