

ISSN 2520-2235

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

3 (67) 2024



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Intelligence. Innovation. Investments

ПАЁМИ

ПОЛИТЕХНИКӢ

БАХШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ,
ИНВЕСТИЦИЯ

МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

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

Published since January 2008

ISSN
2520-2235

3(67)
2024

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

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

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

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

Индекси обуна 77762

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

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

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

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАЦИИ, ИНВЕСТИЦИИ

POLYTECHNIC BULLEEN
SERIES: INTELLIGENCE, INNOVATION,
INVESTMENTS

САРМУҲАРРИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

Номзади илмҳои техники, дотсент, муовини сармуҳаррир

Ш.А. Бозоров

Номзади илмҳои техники, дотсент, муовини сармуҳаррир

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

доктор экономических наук, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

Ш.А. Бозоров

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

АЪЗОЁН

М.И. ИЛОЛОВ

академики АМИТ, доктори илмҳои физикаю математика, профессор

М. ГАДОЗОДА

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

М.М. САДРИДДИНОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, профессор

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

М.И. ИЛОЛОВ

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

М. ГАДОЗОДА

кандидат физико-математических наук, доцент

М.М. САДРИДДИНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктор физико-математических наук, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

кандидат физико-математических наук, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктори илмҳои физикаю математика

Т.Х. САЛИХОВ

доктори илмҳои физикаю математика

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

Доктори илм, профессор (Булғория)

Н.И. ЮНУСОВ

номзади илмҳои техники, дотсент

С.А. НАБИЕВ

номзади илмҳои техники, дотсент

У.Х. ҶАЛОЛОВ

номзади илмҳои техники, дотсент

А.А. ҚОСИМОВ

номзади илмҳои техники, дотсент

А.Д. АҲРОРОВА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

Ҳ.А. ОДИНАЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Ф.М. ҲАМРОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

У. МАДВАЛИЕВ

доктор физико-математических наук.

Т.Х. САЛИХОВ

доктор технических наук, профессор

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

доктор наук, профессор (Болгария)

Н.И. ЮНУСОВ

кандидат технических наук, доцент

С.А. НАБИЕВ

кандидат технических наук, доцент

У.Х. ДЖАЛОЛОВ

кандидат технических наук, доцент

А.А. КОСИМОВ

кандидат технических наук, доцент

А.Д. 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.

МУНДАРИҶА – ОГЛАВЛЕНИЕ

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS	4
<u>ПОСТРОЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО МНОГООБРАЗИЯ</u> С.З. Курбаншоев, М.А. Нусайриев	4
<u>ТАҲЛИЛИ АНАЛИТИКИИ АМСИЛАИ ОИЛАИ ЗАНБҶҮРИ АСАЛ ВОБАСТА БА МАРҶИЛАҶОИ ҲАЁТӢ</u> И.М. Саидзода	8
<u>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РОСТА РАСТЕНИЙ, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ</u> Дж.Т. Юсупов, М.Ч. Юсупов	13
ФИЗИКА - PHYSICS	18
<u>ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИМЕТИЛКЕТОНА НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ ВОДА+ДИМЕТИЛКЕТОН</u> П.М. Сафаров, М.А. Зарифзода (М.А. Зарипова), С.С. Рафиев	18
<u>ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ И ВСХОЖЕСТЬ КУКУРУЗЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ</u> Ф.М. Назиров, Т.А. Ходжазода	26
<u>ИСТИФОДАИ ЭЛЕМЕНТҶОИ АЛГЕБРАИ ХАТӢ ДАР ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶОИ ФИЗИКӢ</u> Ф. Чапилов, Н.О. Бобочонова	37
ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT	42
<u>РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МУЛЬТИДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСЕВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА ИНФОРМАЦИИ</u> Б.Б. Саидов, И. Саъдулло, Д.А. Абдурасулов	42
<u>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТКИ ПЕРОВСКИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ</u> М.М. ¹ Каюмов, А.С. ¹ Бурхонзода, Д.Д. ¹ Нематов, Х.Т. ^{1,2} Холмуродов, Ш.А. ³ Бозоров	49
<u>МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ИНДИКАТОРОВ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН</u> Ш.С. Кабилов	53
ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ҲОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY	59
<u>АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН</u> Н.Р. Мукимова, Т.Н. Холмуродова	59
<u>АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОМОХОЗЯЙСТВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН</u> Х.С. Исломов, Н.С. Садуллоева	68
<u>ТАҲЛИЛИ КОРРЕЛЯТСИОНӢ-РЕГРЕССИОНИИ ОМИЛҶОИ РУШДИ ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТИ САНОАТИ НАССОҶӢ ВА ДӢЗАНДАГИИ</u> <u>МИНТАҚАИ ХАТЛОНИ ҚУМҶУРИИ ТОҶИКИСТОН</u> М.Н. Мирсаидов, Ҳ.А. Қуватзода	73
<u>ТАКМИЛДИҶИИ САРМОЯИ ИНСОНӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ АСОСИИ ИДОРАКУНИИ ИҚТИСОДИЁТИ МУОСИР</u> Ҳ.Ҳ. Исқандарзода, С.Н. Давлатов	80
<u>ИНВЕСТИЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТАДЖИКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ</u> А.Д. Ахророва, Ф.Дж. Бобоев, Ш.Н. Саидова	86

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS

УДК 517.9

ПОСТРОЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО МНОГООБРАЗИЯ

С.З. Курбаншоев, М.А. Нусайриев

Российско-Таджикский (Славянский) университет,

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Исследуется система линейных дифференциальных уравнений, где указан способ построения центрального многообразия с помощью вспомогательной системы интегральных уравнений и элементами матриц являются функциями некоторого класса S . В качестве класса S берутся множество непрерывных на всей оси t функций, ограниченных на всей оси, а также периодических функций.

Ключевые слова: функция класса S , блочно-диагональная матрица, спектр матрицы, центральное интегральное многообразие.

СОХТАНИ ИНТЕГРАЛҲОИ БИСЁРТАСВИРАИ МАРКАЗӢ

С.З. Курбаншоев, М.А. Нусайриев

Дар мақола системаи муодилаҳои дифференсиалии ҳатти таджик карда мешавад, ки дар ин ҷо сохтани бисёртасвирҳои марказӣ бо ёрии системаи муодилаҳои интегралӣ ёридашуда нишон дода шудаанд ва элементҳои матритсаи функсияҳои синфи S , маҷмӯи функсияҳои дар тамоми тири t бефосила, дар тамоми тир маҳдуд ва ҳамчунин функсияҳои даврӣ гирифта мешавад.

Калидвожаҳо: функсияи синфи S , матритсаи диагональ-блوكӣ, матритсаи спектрӣ, интегралҳои бисёртасвирӣ марказӣ.

CONSTRUCTION OF A CENTRAL INTEGRAL DIVERSITY

S.Z. Kurbanshoyev, M.A. Nusayriyev

A system of linear differential transformations is investigated, which indicates a method for constructing a central manifold with an auxiliary system of integral matrices and matrix elements, which are components of the class S . The class S is taken to be a set of continuous functions along the entire axis, bounded along the entire axis, as well as periodic functions.

Keywords: function of class S , block-diagonal matrix, spectrum-matrix, central integral manifold.

Введение

В данной работе изложены некоторые методы исследования нестационарных дифференциальных уравнений, в частности линейных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами. Изложен и обоснован метод усреднения, который применен к задаче стабилизации неустойчивых систем.

Постановка задачи исследования

Рассматривается система линейных дифференциальных уравнений

$$\frac{dX}{dt} = AX + \mu \sum_{k=1}^{\infty} \mu^k B_k(t)X, \quad (1)$$

где элементы матриц $B_k(t)$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) являются функциями некоторого класса S [1].

Предполагаем, что матричный ряд в системе (1) сходится абсолютно и равномерно при $|\mu| \leq \mu_0$. Рассмотрим порождающую систему уравнений с постоянными коэффициентами.

$$\frac{dX}{dt} = AX.$$

Пусть характеристическое уравнение

$$\det(Ez - A) = 0 \quad (2)$$

имеет группы корней с отрицательной и положительной вещественной частью и группу корней, расположенных в некоторой окрестности мнимой оси.

Полагаем, что матрица A приведена к блочно-диагональному виду

$$A = \begin{pmatrix} A_0 & 0 & 0 \\ 0 & A_2 & 0 \\ 0 & 0 & A_3 \end{pmatrix},$$

где спектр матрицы A_0 лежит в окрестности мнимой оси при $|Re z| < \varepsilon$ ($\varepsilon > 0$), а спектр матрицы A_1 лежит при $Re z < -\varepsilon$, и спектр матрицы A_2 лежит в полуплоскости $|Re z| > \varepsilon$ [2].

Разобьём матрицу

$$B(t, \mu) = \sum_{k=1}^{\infty} \mu^k B_k(t)$$

на блоки, соответствующие разбиению матрицы A [3].

$$B(t, \mu) = \begin{pmatrix} B_{00}(t, \mu) & B_{01}(t, \mu) & B_{02}(t, \mu) \\ B_{10}(t, \mu) & B_{11}(t, \mu) & B_{12}(t, \mu) \\ B_{20}(t, \mu) & B_{21}(t, \mu) & B_{22}(t, \mu) \end{pmatrix}.$$

При этом систему уравнений (1) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= A_0U + \mu(B_{00}U + B_{01}V + B_{02}W), \\ \frac{dV}{dt} &= A_1V + \mu(B_{10}U + B_{11}V + B_{12}W), \\ \frac{dW}{dt} &= A_2W + \mu(B_{20}U + B_{21}V + B_{22}W). \end{aligned} \quad (3)$$

Ищем интегральное многообразие решений [4] системы уравнений (3) вида:

$$V = K(t, \mu)U, \quad W = H(t, \mu)U. \quad (4)$$

Полученное интегральное многообразие будем называть *центральным* [5]. Подставим V, W в систему уравнений (3), получим систему уравнений

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= A_0U + \mu(B_{00}U + B_0K + B_0H)U, \\ \frac{dK}{dt} &= A_1K - KA_0 + \mu(B_{10} + B_{11}K + B_{12}H) - \mu K(B_{00} + B_{01}K + B_{02}H), \\ \frac{dH}{dt} &= A_2H - HA_0 + \mu(B_{20} + B_{21}K + B_{22}H) - \mu H(B_{00} + B_{01}K + B_{02}H). \end{aligned}$$

Приведя данную систему уравнений к системе интегральных уравнений, получим:

$$\begin{aligned} U(\tau) &= e^{A_0(t-\tau)}U(t) + \mu \int_t^\tau e^{A_0(t-\tau)}(B_{00}(s, \mu) + \\ &\quad + B_{01}(s, \mu)K(s, \mu) + B_{02}(s, \mu))U(s)ds, \\ K(t, \mu) &= \mu \int_{-\infty}^t e^{A_1(t-\tau)}(B_{10}(\tau, \mu) + B_{11}(t, \mu)K(t, \mu) + B_{12}(t, \mu))H(t, \mu) - \\ &\quad - K(t, \mu)B_{00}(\tau, \mu) + K(t, \mu)B_{01}(t, \mu) + K(t, \mu)B_{02}(t, \mu)H(t, \mu)e^{A_0(t-\tau)}d\tau, \\ H(t, \mu) &= \mu \int_t^{+\infty} e^{A_0(t-\tau)}(B_{20}(\tau, \mu) + B_{21}(t, \mu)K(t, \mu) + B_{12}(t, \mu))H(t, \mu) - \\ &\quad - H(\tau, \mu)B_{00}(t, \mu) + S(t, \mu)B_{01}(t, \mu)K(t, \mu) + H((t, \mu)B_{02}(t, \mu)H(t, \mu))e^{A_0(t-\tau)}d\tau. \end{aligned}$$

Систему данных уравнений решаются методом последовательных приближений [6-7]. Последние два уравнения могут быть решены независимо от первого уравнения.

Предположим, что выполнены следующие условия:

$$\begin{aligned} \|e^{A_1(t-\tau)}\| &\leq c_1 e^{-\lambda_1(t-\tau)}, \quad t \geq \tau, \quad c_1 \geq 1, \quad \lambda_1 > 0, \\ \|e^{A_2(t-\tau)}\| &\leq c_2 e^{-\lambda_2(t-\tau)}, \quad t \leq \tau, \quad c_2 \geq 1, \quad \lambda_2 > 0, \\ \|e^{A_0(t-\tau)}\| &\leq c_0 e^{\lambda(t-\tau)}, \quad \lambda > 0, \quad c_0 \geq 1, \quad \lambda < \lambda_1, \quad \lambda < \lambda_2, \\ \sup \|B_{ks}(\tau, \mu)\| &\leq q_{ks} \quad (k, s = 0, 1, 2), \quad |\mu| < \mu_0, \quad -\infty < t < \infty. \end{aligned}$$

Теорема 1. Пусть для системы линейных дифференциальных уравнений (3) с коэффициентами класса S выполнено условие (5). Тогда при достаточно малых значениях $|\mu| > 0$, $|\mu| < \mu_0$ существуют матрицы $K(t, \mu)$, $H(t, \mu)$, ограниченные при всех значениях $t \in (-\infty, \infty)$ и аналитически в точке $\mu = 0$. При этом матрицы $K(t, \mu)$, $H(t, \mu)$ могут быть найдены методом последовательных приближений

$$\begin{aligned} K_{n+1}(t, \mu) &= \mu \int_{-\infty}^t e^{A_1(t-\tau)}(B_{10}(\tau, \mu) + B_{11}(t, \mu) + B_{12}(t, \mu))H(t, \mu) - \\ &\quad - K_n(t, \mu)B_{00}(\tau, \mu) + K_n(t, \mu)B_{01}(t, \mu)K_n(t, \mu) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+K_n(t, \mu)B_{02}(t, \mu)H(t, \mu)e^{A_0(\tau-t)}d\tau, \\
 H_{n+1}(t, \mu) = &\mu \int_t^{+\infty} e^{A_2(t-\tau)}(B_{20}(\tau, \mu)+B_{21}(t, \mu)K(t, \mu) + B_{22}(t, \mu))H_n(t, \mu) - \\
 &-H_n(\tau, \mu)B_{00}(t, \mu) + H_n(t, \mu)B_{01}(t, \mu)K_n(t, \mu) + \\
 &+H_n(t, \mu)B_{02}(t, \mu)H_n(t, \mu)e^{A_0(\tau-t)}d\tau. \\
 &K_0(t, \mu) \equiv 0, \quad H_0(t, \mu) \equiv 0 \quad (n = 0, 1, 2, \dots).
 \end{aligned}$$

Система дифференциальных уравнений (3) имеет интегральное многообразие решений вида (4). Элементы матриц $K(t, \mu)$, $H(t, \mu)$ принадлежат классу S .

Из теоремы 1 получены следующие результаты:

Теорема 2. Пусть уравнение (2) имеет корень $z = z_0$ и спектр матрицы A не лежит на прямой $Rez = Rez_0$. При малых значениях $|\mu| > 0$ существует частное решение системы уравнений (3)

$$U = e^{z_0 t}R(t, \mu), \quad V = K(t, \mu)e^{z_0 t}R(t, \mu), \quad W = H(t, \mu)e^{z_0 t}R(t, \mu),$$

где $R(t, \mu)$ – решение линейного дифференциального уравнения первого порядка.

$$\frac{dR(t, \mu)}{dt} = z_0 + \mu B_{00}(t, \mu) + \mu B_{01}(t, \mu) + \mu B_{02}(t, \mu)H(t, \mu)R(t, \mu).$$

Теорема 3. Пусть все корни z_1, z_2, \dots, z_n характеристического уравнения (2) при $\mu = 0$ имеют различные вещественные части. Если элементы матрицы $B(t, \mu)$ принадлежат классу S , то при достаточно малом значении $|\mu|$ общее решение системы уравнений (1) представимо в виде

$$X = C(t, \mu) \exp \left\{ \int_0^t D(t, \mu) dt \right\},$$

где элементы матрицы $C(t, \mu)$ и диагональной матрицы $D(t, \mu)$ принадлежат классу S .

Теорема 4. Пусть все корни z_1, z_2, \dots, z_n характеристического уравнения (2) имеют различные вещественные части. Если элементы матрицы $B(t, \mu)$ являются почти периодическими функциями, то фундаментальная матрица $N(t, \mu)$ решений системы уравнений (1) представляется в виде

$$N(t, \mu) = C(t, \mu) \exp \left\{ \int_0^t D(t, \mu) dt \right\},$$

где элементы $C(t, \mu), D(t, \mu)$ являются почти периодическими функциями и при достаточно малых значениях $\mu > 0$ разлагаются в степенные ряды

$$C(t, \mu) = \sum_{k=0}^{\infty} \mu^k C_k(t), \quad D(t, \mu) = \sum_{k=0}^{\infty} \mu^k D_k(t).$$

Элементы матриц $C_k(t), D_k(t)$ являются почти периодическими функциями от t .

Заключение. В результате исследования разработаны методы построения оптимальных интегральных многообразий, которые позволяют осуществить синтез оптимального управления механических систем.

Получены оценки для радиуса голоморфной степенных рядов, определяющих голоморфные интегральные многообразия.

Рецензент: Пиров Р. д.ф.-м.н, профессор кафедры матанализа ПТГУ им. С. Айни

Литература

1. Люстерник Л.А. Элементы функционального анализа.-Н.: / А.Л. Люстерник, И.В. Соболев Наука думка, 1965.-520с.
2. Валева К.Г. Расщепление спектра матриц. / К.Г.Валева // Киев: Вища школа, из-во, 1986.-272с.
3. Ланкастер П. Теория матриц. / П. Ланкастер //-М.: Наука, 1978.-280с.
4. Митропольский Ю.А. Интегральные многообразия в нелинейной механике. / Ю.А. Митропольский, О.Б. Лыкова //-М.: Наука. 1973.-512с.
5. Курбаншоев С.З. Построение интегральных многообразий решений линейных систем разностных уравнений / С.З. Курбаншоев, М.А. Нусайриев // Вестник Таджикского технического университета.-Душанбе, 2015.-№4.-С.12-15. ISSN 2520-2235.

6. Валеев К.Г. Построение функций Ляпунова. / К.Г. Валеев, Г.С. Финин // -Киев: Наукова думка, 1981, 412.
7. Курбаншоев С.З. Аналитические интегральные многообразия. / С.З. Курбаншоев // -Душанбе: Дониш, 1991.-340с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН – СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Курбаншоев Сафарали Завкибекович	Курбаншоев Сафарали Завкибекович	Kurbanshоеv Safarali Zavkibekovich
д.и.ф-м., профессор	д.ф-м.н, профессор	professor of physical and mathematical sciences
Донишгоҳи (Славянии) Россияву Тоҷикистон	Российско-Таджикский (Славянский) университет ksz_48@mail.com	Russian-Tajik(Slavonic) University
TJ	RU	EN
Нусайриев Мастибек Алиёрбекович	Нусайриев Мастибек Алиёрбекович	Nusayriev Mastibek Aliyorbekovich
н.и.ф-м., и.в.дотсент	к.ф-м.н, и.о.доцента	candidate of physical and mathematical sciences
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими mastibek82@mail.ru	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi

ТДУ 574.6:477.63/64

ТАҲЛИЛИ АНАЛИТИКИИ АМСИЛАИ ОИЛАИ ЗАНБҮРИ АСАЛ ВОБАСТА БА МАРҲИЛАҶОИ ҲАЁТИ

И.М. Саидзода

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар мақола бо истифода аз усули амсиласозии математикӣ марҳилаҳои ҳаётии оилаи занбӯри асал таҳқиқ карда шуд. Дар заминаи амсилаи математикӣ, ки асоси онро системаи 10 муодилаи дифференсиалии одии ҳаттӣ бо шартҳои аввала ташкил медиҳад, суръати лаҳзавии тағйирёбии миқдори индивидҳои оиларо дар шакли вобастагҳои математикӣ равандҳои афзоиш ва фавти индивидҳо тасвир намуда, механизми гузариши онҳоро аз як марҳилаи ҳаёт ба марҳилаи дигар муайян карда шуд. Системаи муодилаҳои дифференсиалии комилан ба таври аналитикӣ ҳал карда шуда, шартҳои зарурӣ муайян карда шудаанд, ки иҷрои онҳо дар раванди идентификатсияи қимати коэффитсиентҳои амсила ҳатмӣ дониста мешавад.

Вожаҳои калидӣ: амсиласозии математикӣ, системаи муодилаҳои дифференсиалии, оилаи занбӯри асал, марҳилаи ҳаёт, хусусиятҳои ҷинсӣ, тақсимоти гурӯҳӣ, модарзанбӯр, занбӯри корӣ, нарзанбӯр.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ ПО ЖИЗНЕННЫМ СТАДИЯМ

И.М. Саидзода

В статье с помощью метода математического моделирования исследованы этапы жизни пчелиной семьи. На основе математической модели, которой лежит система 10 линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями, изучено мгновенная скорость изменения численности пчелы в семье описывается в виде математических зависимостей процессов роста и гибели, установлен механизм их перехода из одной стадии жизни в другую. Система дифференциальных уравнений полностью решена аналитически, выявлены необходимые условия, выполнение которых является обязательным в процессе идентификации значения коэффициентов модели.

Ключевые слова: математическое моделирование, система дифференциальных уравнений, медоносная пчелиная семья, этап жизни, половые признаки, групповое деление, пчела-мать, рабочая пчела, пчела-трутень.

ANALYTICAL ANALYSIS OF THE BEE COLONY MODEL BY LIFE STAGE

I.M. Saidzoda

In the article, using the method of mathematical modeling, the stages of life of a bee colony are studied. On the basis of a mathematical model, which is a system of 10 linear ordinary differential equations with initial conditions, the instantaneous rate of change in the number of bees in a colony is studied, described in the form of mathematical dependences of the growth and death processes, and the mechanism for their transition from one stage of life to another is established. The system of differential equations is completely solved analytically, the necessary conditions are identified, the fulfillment of which is mandatory in the process of identifying the value of the model coefficients.

Keywords: mathematical modeling, system of differential equations, honey bee family, life stage, sexual characteristics, group division, mother bee, worker bee, drone bee.

Дар раванди таҳқиқотҳои қаблии хеш [2-4; 8-11], мо дар намуди концептуалӣ, математикӣ ва компютерӣ марҳилаҳои рушди оилаи занбӯри асал, таснифбандии марҳилаҳои ҳаётии он ва хусусиятҳои ҷинсии оилаи занбӯри асалро мавриди таҳқиқ ва бозбинӣ қарор дода будем.

Дар раванди таҳияи амсилаи компютерӣ ҳангоми идентификатсия ва верификатсияи коэффитсиентҳои амасилави зарур шуморида мешавад, то баъзе аз таносуб ва шартҳои зарурӣ риоя карда шаванд. Барои ин зарурати дар намуди аналитикӣ ва статсионарӣ ҳал намудани амсилаи математикӣ пеш меояд.

Амсилаи математикии дар корҳои [2-4; 8-11], намуди системаи муодилаҳои (1)-ро дорад.

$$\begin{cases} \frac{dE_1}{dt} = \delta_{11}k_1E_m(t) - \delta_{12}E_1(t) - \mu_{11}E_1(t) \\ \frac{dE_2}{dt} = \delta_{21}k_2E_m(t) - \delta_{22}E_2(t) - \mu_{21}E_2(t) \\ \frac{dK_1}{dt} = \delta_{12}E_1(t) - \delta_{13}K_1(t) - \mu_{12}K_1(t) \\ \frac{dK_2}{dt} = \delta_{22}E_2(t) - \delta_{23}K_2(t) - \mu_{22}K_2(t) \\ \frac{dP_1}{dt} = \delta_{13}K_1(t) - \delta_{14}P_1(t) - \mu_{13}P_1(t) \\ \frac{dP_2}{dt} = \delta_{23}K_2(t) - \delta_{24}P_2(t) - \mu_{23}P_2(t) \\ \frac{dZ_1}{dt} = \delta_{14}P_1(t) - \delta_{15}Z_1(t) - \mu_{14}Z_1(t) \\ \frac{dZ_2}{dt} = \delta_{24}P_2(t) - \delta_{25}Z_2(t) - \mu_{24}Z_2(t) \\ \frac{dM_1}{dt} = \delta_{15}Z_1(t) - \mu_{15}M_1(t) \\ \frac{dM_2}{dt} = \delta_{25}Z_2(t) - \mu_{25}M_2(t) \end{cases} \quad (1)$$

Асоси амсилаи математикии (1)-ро системаи 10 муодилаи дифференсиалии одии ҳаттӣ бо шартҳои аввалаи:

$$E_{i0} = E(t_{0E_i}), K_{i0} = K(t_{0K_i}), P_{i0} = P(t_{0P_i}), Z_{i0} = Z(t_{0Z_i}), M_{i0} = M(t_{0M_i}), i = 1, 2 \text{ ташкил медиҳад.}$$

Дар сиситемаи (1) бо ёри: $E_1(t)$ – миқдори тухмхое, ки аз онҳо занбӯрони корӣ, $E_2(t)$ – миқдори тухмхое, ки аз онҳо нарзанбӯрҳо ба дунё меоянд, $K_1(t)$ – миқдори кирминаҳои занбӯри корӣ, $K_2(t)$ – миқдори кирминаҳои нарзанбӯр, $P_1(t)$ – миқдори индивидҳои пешаззочавии занбӯри корӣ, $P_2(t)$ – миқдори индивидҳои пешаззочавии нарзанбӯр, $Z_1(t)$ – миқдори зочаҳои занбӯри корӣ, $Z_2(t)$ – миқдори зочаҳои нарзанбӯр, $M_1(t)$ – миқдори занбӯрҳои болиғи корӣ ва $M_2(t)$ – миқдори нарзанбӯрҳои болиғи ишора шудаанд. Инчунин, бо ёри μ_{ij} ($i = 1,2; j = 1,2,3,4,5$) – коэффитсиентҳои фавти табиӣ индивидҳои гурӯҳҳои чинсии ва бо ёри δ_{ij} ($i = 1,2; j = 1,2,3,4,5$) – ҳиссаҳои (коэффитсиентҳои) аз як марҳила ба дигар марҳилаи ҳаёти гузаштани ин индивидҳоро ишора шудаанд [2-4; 11].

Бо истифода аз амсилаи маъруфи Малтус ва формулаи эмпирикии В. Рикер, ки таҷрибаҳои худро соли 1954 зимни ҳисоб намудани динамикаи тағйирёбии миқдори популятсияи гулмоҳии (лососи) кӯлҳои Колумбия гузаронидааст [7; 11], дар амсилаи математикии (1) раванди тухмҳосилкунии модарзанбӯрро дар намуди функсияи зерин тасвир менамоем:

$$E_m(t) = k\alpha E_0 e^{\beta t},$$

$$k = k_1 + k_2 = 1 \quad (k_1 = 0,98; k_2 = 0,02),$$

ки дар ин ҷо E_0 – миқдори аввалии тухмҳои баборвардаи модарзанбӯрро ифода намуда, коэффитсиентҳои α ва β бо тарзи эксперименталӣ муайян карда мешаванд.

Бо сабаби ҳаттӣ будани системаи муодилаҳои дифференсиалии (1) дар навбати дуҷуми таҳқиқот ба ёфтани ҳалли аналитикии он мегузарем. Барои ин ҳар як муодилаи системаро дар алоҳидагӣ дида мебароем.

Барои муодилаи якуми системаи (1) табдилдиҳиҳои зеринро мегузаронем:

$$\frac{dE_1}{dt} = \delta_{11}k_1 E_m(t) - \delta_{12}E_1(t) - \mu_{11}E_1(t);$$

$$\frac{dE_1}{dt} = \delta_{11}k_1\alpha E_0 e^{\beta t} - \delta_{12}E_1(t) - \mu_{11}E_1(t);$$

$$\frac{dE_1}{dt} + (\delta_{12} + \mu_{11})E_1(t) = \delta_{11}k_1\alpha E_0 e^{\beta t}.$$

Акнун ҳалли муодилаи якумро дар намуди зерин меёбем:

$$E_1(t) = E_{1,0} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11}k_1\alpha E_0 e^{\beta t}}{\delta_{12} + \mu_{11} + \beta}. \quad (1^*)$$

Барои муодилаи дуҷуми системаи (1) низ айнан бо ҳамин равиш табдилдиҳиҳои мувофиқро гузаронида, ҳосил мекунем:

$$\frac{dE_2}{dt} = \delta_{21}k_2\alpha E_0 e^{\beta t} - \delta_{22}E_2(t) - \mu_{21}E_2(t);$$

$$\frac{dE_2}{dt} + (\delta_{22} + \mu_{21})E_2(t) = \delta_{21}k_2\alpha E_0 e^{\beta t};$$

$$E_2(t) = E_{2,0} e^{-(\delta_{22} + \mu_{21})t} + \frac{\delta_{21}k_2\alpha E_0 e^{\beta t}}{\delta_{22} + \mu_{21} + \beta}. \quad (2^*)$$

Акнун ҳалҳои ёфташудаи (1*) ва (2*)-и муодилаҳои якум ва дуҷуми системаро мувофиқан ба муодилаҳои сеюм ва чоруми система гузошта, пай дар пай ҳалли онҳоро меёбем:

$$\frac{dK_1}{dt} + (\delta_{13} + \mu_{12})K_1(t) = \delta_{12} \left[E_{1,0} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11}k_1\alpha E_0 e^{\beta t}}{\delta_{12} + \mu_{11} + \beta} \right];$$

$$K_1(t) = K_{1,0} e^{-(\delta_{13} + \mu_{12})t} + \frac{\delta_{12}E_{1,0}}{(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11}\delta_{12}k_1\alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)} e^{\beta t}, \quad (3^*)$$

$$\frac{dK_2}{dt} + (\delta_{23} + \mu_{22})K_2(t) = \delta_{22} \left[E_{2,0} e^{-(\delta_{22} + \mu_{21})t} + \frac{\delta_{21}k_2\alpha E_0 e^{\beta t}}{\delta_{22} + \mu_{21} + \beta} \right];$$

$$K_2(t) = K_{2,0} e^{-(\delta_{23} + \mu_{22})t} + \frac{\delta_{22}E_{2,0}}{(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})} e^{-(\delta_{22} + \mu_{21})t} + \frac{\delta_{21}\delta_{22}k_2\alpha E_0}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)} e^{\beta t}. \quad (4^*)$$

Алгоритми мазкурро дар ёфтани ҳалли муодилаҳои панҷум ва шашуми системаи (1) татбиқ менамоем, яъне ҳалҳои ёфташудаи (3*) ва (4*)-ро ба муодилаҳои мувофиқи баъдӣ гузошта, пай дар пай ҳалли онҳоро низ меёбем:

$$\frac{dP_1}{dt} + (\delta_{14} + \mu_{13})P_1(t) = \delta_{13} \left[K_{1,0} e^{-(\delta_{13} + \mu_{12})t} + \frac{\delta_{12} E_{1,0}}{(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11} \delta_{12} k_1 \alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)} e^{\beta t} \right];$$

$$P_1(t) = P_{1,0} e^{-(\delta_{14} + \mu_{13})t} + \frac{\delta_{13} K_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{13} - \mu_{12})} e^{-(\delta_{13} + \mu_{12})t} + \frac{\delta_{12} \delta_{13} E_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11} \delta_{12} \delta_{13} k_1 \alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)(\delta_{14} + \mu_{13} + \beta)} e^{\beta t}, \quad (5^*)$$

$$\frac{dP_2}{dt} + (\delta_{24} + \mu_{23})P_2(t) = \delta_{23} \left[K_{2,0} e^{-(\delta_{23} + \mu_{22})t} + \frac{\delta_{22} E_{2,0}}{(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})} e^{-(\delta_{22} + \mu_{21})t} + \frac{\delta_{21} \delta_{22} k_2 \alpha E_0}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)} e^{\beta t} \right];$$

$$P_2(t) = P_{2,0} e^{-(\delta_{24} + \mu_{23})t} + \frac{\delta_{23} K_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{23} - \mu_{22})} e^{-(\delta_{23} + \mu_{22})t} + \frac{\delta_{22} \delta_{23} E_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})} e^{-(\delta_{22} + \mu_{21})t} + \frac{\delta_{21} \delta_{22} \delta_{23} k_2 \alpha E_0}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)(\delta_{24} + \mu_{23} + \beta)} e^{\beta t}. \quad (6^*)$$

Татбиқи алгоритми мазкурро идома дода, ҳалли муодилаҳои ҳафтум ва ҳаштуми системаи (1)-ро меёбем:

$$\frac{dZ_1}{dt} + (\delta_{15} + \mu_{14})Z_1(t) = \delta_{14} \left[P_{1,0} e^{-(\delta_{14} + \mu_{13})t} + \frac{\delta_{13} K_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{13} - \mu_{12})} e^{-(\delta_{13} + \mu_{12})t} + \frac{\delta_{12} \delta_{13} E_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11} \delta_{12} \delta_{13} k_1 \alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)(\delta_{14} + \mu_{13} + \beta)} e^{\beta t} \right];$$

$$Z_1(t) = Z_{1,0} e^{-(\delta_{15} + \mu_{14})t} + \frac{\delta_{14} P_{1,0}}{(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{14} - \mu_{13})} e^{-(\delta_{14} + \mu_{13})t} + \frac{\delta_{13} \delta_{14} K_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{13} - \mu_{12})(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{13} - \mu_{12})} e^{-(\delta_{13} + \mu_{12})t} + \frac{\delta_{12} \delta_{13} \delta_{14} E_{1,0}}{(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{12} - \mu_{11})} e^{-(\delta_{12} + \mu_{11})t} + \frac{\delta_{11} \delta_{12} \delta_{13} \delta_{14} k_1 \alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)(\delta_{14} + \mu_{13} + \beta)(\delta_{15} + \mu_{14} + \beta)} e^{\beta t}, \quad (7^*)$$

$$\frac{dZ_2}{dt} + (\delta_{25} + \mu_{24})Z_2(t) =$$

$$= \delta_{24} \left[P_{2,0} e^{-(\delta_{24} + \mu_{23})t} + \frac{\delta_{23} K_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{23} - \mu_{22})} e^{-(\delta_{23} + \mu_{22})t} + \frac{\delta_{22} \delta_{23} E_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})} e^{-(\delta_{22} + \mu_{21})t} + \frac{\delta_{21} \delta_{22} \delta_{23} k_2 \alpha E_0}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)(\delta_{24} + \mu_{23} + \beta)} e^{\beta t} \right];$$

$$\begin{aligned}
 Z_2(t) = & Z_{2,0}e^{-(\delta_{25}+\mu_{24})t} + \frac{\delta_{24}P_{2,0}}{(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{24} - \mu_{23})}e^{-(\delta_{24}+\mu_{23})t} + \\
 & + \frac{\delta_{23}\delta_{24}K_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{23} - \mu_{22})(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{23} - \mu_{22})}e^{-(\delta_{23}+\mu_{22})t} + \\
 & + \frac{\delta_{22}\delta_{23}\delta_{24}E_{2,0}}{(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{22} - \mu_{21})} \dots e^{-(\delta_{22}+\mu_{21})t} + \\
 & + \frac{\delta_{21}\delta_{22}\delta_{23}\delta_{24}k_2\alpha E_0}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)(\delta_{24} + \mu_{23} + \beta)(\delta_{25} + \mu_{24} + \beta)}e^{\beta t}. \quad (8^*)
 \end{aligned}$$

Дар ниҳояти кор ин алгоритмро барои ёфтани ҳалли муодилаҳои нуҳум ва даҳуми системаи (1) низ татбиқ намуда, ҳосил мекунем:

$$\frac{dM_1}{dt} + \mu_{15}M_1(t) = \delta_{15} \left[\begin{aligned} & Z_{1,0}e^{-(\delta_{15}+\mu_{14})t} + \frac{\delta_{14}P_{1,0}}{(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{14} - \mu_{13})}e^{-(\delta_{14}+\mu_{13})t} + \\ & + \frac{\delta_{13}\delta_{14}K_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{13} - \mu_{12})(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{13} - \mu_{12})}e^{-(\delta_{13}+\mu_{12})t} + \\ & + \frac{\delta_{12}\delta_{13}\delta_{14}E_{1,0}}{(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{12} - \mu_{11})}e^{-(\delta_{12}+\mu_{11})t} + \\ & + \frac{\delta_{11}\delta_{12}\delta_{13}\delta_{14}k_1\alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)(\delta_{14} + \mu_{13} + \beta)(\delta_{15} + \mu_{14} + \beta)}e^{\beta t} \end{aligned} \right];$$

$$\begin{aligned}
 M_1(t) = & M_{1,0}e^{-\mu_{15}t} + \frac{\delta_{15}Z_{1,0}}{\mu_{15} - \delta_{15} - \mu_{14}}e^{-(\delta_{15}+\mu_{14})t} + \\
 & + \frac{\delta_{14}\delta_{15}P_{1,0}}{(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{14} - \mu_{13})(\mu_{15} - \delta_{14} - \mu_{13})}e^{-(\delta_{14}+\mu_{13})t} + \\
 & + \frac{\delta_{13}\delta_{14}\delta_{15}K_{1,0}}{(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{13} - \mu_{12})(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{13} - \mu_{12})(\mu_{15} - \delta_{13} - \mu_{12})}e^{-(\delta_{13}+\mu_{12})t} + \\
 & + \frac{\delta_{12}\delta_{13}\delta_{14}\delta_{15}E_{1,0}}{(\delta_{13} + \mu_{12} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{14} + \mu_{13} - \delta_{12} - \mu_{11})(\delta_{15} + \mu_{14} - \delta_{12} - \mu_{11})(\mu_{15} - \delta_{12} - \mu_{11})} \dots e^{-(\delta_{12}+\mu_{11})t} + \\
 & + \frac{\delta_{11}\delta_{12}\delta_{13}\delta_{14}\delta_{15}k_1\alpha E_0}{(\delta_{12} + \mu_{11} + \beta)(\delta_{13} + \mu_{12} + \beta)(\delta_{14} + \mu_{13} + \beta)(\delta_{15} + \mu_{14} + \beta)(\mu_{15} + \beta)}e^{\beta t}. \quad (9^*)
 \end{aligned}$$

$$\frac{dM_2}{dt} + \mu_{25}M_2(t) = \delta_{25} \left[\begin{aligned} & Z_{2,0}e^{-(\delta_{25}+\mu_{24})t} + \frac{\delta_{24}P_{2,0}}{(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{24} - \mu_{23})}e^{-(\delta_{24}+\mu_{23})t} + \\ & + \frac{\delta_{23}\delta_{24}K_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{23} - \mu_{22})(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{23} - \mu_{22})}e^{-(\delta_{23}+\mu_{22})t} + \\ & + \frac{\delta_{22}\delta_{23}\delta_{24}E_{2,0}}{(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{22} - \mu_{21})}e^{-(\delta_{22}+\mu_{21})t} + \\ & + \frac{\delta_{21}\delta_{22}\delta_{23}\delta_{24}k_2\alpha E_0}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)(\delta_{24} + \mu_{23} + \beta)(\delta_{25} + \mu_{24} + \beta)}e^{\beta t} \end{aligned} \right];$$

$$\begin{aligned}
 M_2(t) = & M_{2,0}e^{-\mu_{25}t} + \frac{\delta_{25}Z_{2,0}}{\mu_{25} - \delta_{25} - \mu_{24}}e^{-(\delta_{25}+\mu_{24})t} + \\
 & + \frac{\delta_{24}\delta_{25}P_{2,0}}{(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{24} - \mu_{23})(\mu_{25} - \delta_{24} - \mu_{23})}e^{-(\delta_{24}+\mu_{23})t} + \\
 & + \frac{\delta_{23}\delta_{24}\delta_{25}K_{2,0}}{(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{23} - \mu_{22})(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{23} - \mu_{22})(\mu_{25} - \delta_{23} - \mu_{22})}e^{-(\delta_{23}+\mu_{22})t} + \\
 & + \frac{\delta_{22}\delta_{23}\delta_{24}\delta_{25}E_{2,0}}{(\delta_{23} + \mu_{22} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{24} + \mu_{23} - \delta_{22} - \mu_{21})(\delta_{25} + \mu_{24} - \delta_{22} - \mu_{21})(\mu_{25} - \delta_{22} - \mu_{21})}e^{-(\delta_{22}+\mu_{21})t}
 \end{aligned}$$

$$+ \frac{\delta_{21}\delta_{22}\delta_{23}\delta_{24}\delta_{25}k_2\alpha E_0 e^{\beta t}}{(\delta_{22} + \mu_{21} + \beta)(\delta_{23} + \mu_{22} + \beta)(\delta_{24} + \mu_{23} + \beta)(\delta_{25} + \mu_{24} + \beta)(\mu_{25} + \beta)}. \quad (10^*)$$

Ҳамин тариқ, ҳалли аналитикии системаи муодилаҳои дифференсиалии одии (1) ба пуррагӣ ёфта шуд.

Хулоса

Дар раванди таҳқиқи масъалаи додшуда, ҳалли аналитикии системаи муодилаҳои дифференсиалии (1) ба пуррагӣ ёфта шуд. Яке аз сабабҳои асосии бо таври аналитикӣ ҳал намудани системаи мазкур, дар оянда муқоиса намудани ҳалҳои аналитикӣ бо ҳалҳои ададӣ мебошанд.

Муқаррир: Қосимов А.А. – н.и.т., и.в. дотсенти қабедраи системаҳои автоматикии идоракунии ДЛПТ ба номи акадeмик М.С. Осимӣ.

Адабиёт

1. Земскова Н. Е. Численность популяции медоносных пчел в Самарской области [Текст] / Н.Е. Земскова, В.Н. Сатаров, В.Р. Туктаров // Пчеловодство. – 2014. – № 8. – С. 12-22.
2. Комилиён Ф. С. Амсиласозии математикии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. – 2022. – № 1 (96). – С. 17-21.
3. Комилиён Ф. С. Амсиласозии математикии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. – 2022. – № 1 (96). – С. 17-21.
4. Комилиён Ф. С. Таҳлили математикии амсилаи марҳилаҳои ҳаёти оилаи занбӯри асал аз рӯи хусусиятҳои ҷинсӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2022. – № 3. – С. 20-35.
5. Кудряков А. В. Простая модель функционально-возрастного состава пчелиных семей и некоторые её приложения [Текст] / Кудряков, А.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2006. – Т. 8. – № 2. – С. 556-563.
6. Лаврехин Ф. А. Биология медоносной пчелы / Ф.А. Лаврехин, С.В. Панкова. – М.: «Колос», 1983. – 303 с.
7. Меншуткин, В. В. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция) / В.В. Меншуткин. – СПб.: «Петрозаводск», 2010. – С.416.
8. Саидзода, И. М. Амсиласозии математикии популятсияи оилаи занбӯри асал [Матн] / И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии тичорати Тоҷикистон. – 2022. – № 2 (41). – С. 215-220.
9. Саидзода, И. М. Компьютерное моделирование популяции медоносной пчелиной семьи методом Рунге-Кутта [Текст] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилиён // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2022. – № 2. – С. 26-42.
10. Саидов, И.М. Таҳқиқи компютери динамикаи популятсияи занбӯри асал [Матн] / И. Саидов, М. Ёров, А. Қосимӣ // Паёми Донишгоҳи давлатии омӯзгорӣ Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни. Бахши илмҳои физика ва математика. – 2021. – № 1-2 (9-10). – С. 81-85.
11. Саидов, И. М. Асосҳои амсиласозии риёзӣ / И.М. Саидов. – Душанбе : Мехроҷ-граф, 2020. – 152 с. – ISBN 978-99975-1-171-3. – EDN QVBBCC.
12. Соколов, С. В. Модели динамики популяций. Учебное пособие [Текст] С.В. Соколов / СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. – 61 с.
13. Толчинский, С. П. Семьи должны быть сильными круглый год [Текст] / С.П. Толчинский // Пчеловодство. – 1938. – № 4. – С. 30-31.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Саидзода Исроил Маҳмад	Саидзода Исроил Маҳмад	Saidzoda Isroil Mahmad
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
E-mail: isroil-84@list.ru		

УДК 519.8+57/045(575.3)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РОСТА РАСТЕНИЙ, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Дж.Т. Юсупов, М.Ч. Юсупов

Технологический университет Таджикистана

Статья посвящена построению математической модели роста растения, состоящая из четырех вегетативных органов (листья, стебель, корни и репродуктивные органы). Рост отдельных органов рассматривается как результат биохимической реакции взаимодействия углеродсодержащих и азотсодержащих субстратов. Построена система дифференциальных уравнений, которая описывает динамику изменения концентраций субстратов углерода и азота в каждом отдельном органе растения, а также рост сухой биомассы органов с учетом влияния условий внешней среды.

Ключевые слова: математическая модель, рост растений, сухая биомасса, углеродсодержащий и азотсодержащий субстраты, потоки субстратов, сопротивление на пути потока субстратов.

МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИ АФЗОИШИ РАСТАНӢ, КИ АЗ ЧОР УЗВҶОИ ТАРКИБӢ ИБОРАТ АСТ

Ҷ.Т. Юсупов, М.Ч. Юсупов

Мақола ба сохтани модели математикии афзоиши растани бахшида шудааст, ки растани аз чор узвҷо (барг, поя, реша ва узвҷои репродуктивӣ) иборат аст. Афзоиши узвҷои алоҳида натиҷаи реаксияи биохимиявӣ байни субстратҳои дорои карбон ва нитроген ҳисобида мешавад. Системаи муодилаҳои дифференсиали сохта шудааст, ки динамикаи тағйирёбии консентратсияи субстратҳои карбон ва нитрогенро дар ҳар як узвҷои алоҳидаи растани, инчунин афзоиши биомассаи хушки узвҷоро бо назардошти таъсири шароити муҳити тавсиф мекунад.

Калидвожаҳо: модели математикӣ, афзоиши растани, биомассаи хушк, субстратҳои карбон ва нитрогендор, ҷараёнҳои субстрат, муқовимат дар роҳи ҷараёни субстрат.

MATHEMATICAL MODEL OF PLANT GROWTH CONSISTED OF FOUR VEGETATIVE ORGANS

J.T. Yusupov, M.Ch. Yusupov

The article is devoted to the construction of a mathematical model of plant growth, consisting of four vegetative organs (leaves, stem, roots and reproductive organs). The growth of individual organs is considered as the result of a biochemical reaction between carbon-containing and nitrogen-containing substrates. A system of differential equations has been constructed that describes the dynamics of changes in the concentrations of carbon and nitrogen substrates in each individual plant organ, as well as the growth of dry biomass of organs, taking into account the influence of environmental conditions.

Keywords: mathematical model, plant growth, dry biomass, carbon- and nitrogen-containing substrates, substrate flows, resistance in the path of substrate flow.

В условиях глобального изменения климата, когда наблюдается повышение температуры воздуха и изменяются нормы и сроки выпадения атмосферных осадков, вопрос адаптации сельскохозяйственных культур к новым климатическим условиям становится актуальным и современным [2-4,8]. Известно, что для комплексного изучения влияния климатических условий на практике широко используются методы математического моделирования всего комплекса «почва – растение – атмосфера» [5,6,7,9,11]. Обычно эти модели состоят из следующих основных между собой взаимодействующих блоков: радиационного режима посева и процесса фотосинтеза растений, роста и развития растения, водного режима посева и азотного режима почвы.

Прежде чем начать описание нашей модели роста растений, приведем рассуждения, которые нами были приведены в работе [12]. В начале отметим, что в работе [12] было принято, что сопротивление на пути перетока субстратов с точки зрения биофизики будет меняться по мере накопления субстратов в принимающий орган, а это механизм до сих пор точно математически не описан. В данной работе будет предложена механическая формула, которая будет имитировать динамику изменения сопротивления на пути перетока субстратов между органами растения. «Изменения климатических условий в первую очередь влияют на процессы роста и развития растения. За весь свой вегетационный период такие растения как пшеница или хлопчатник, формирует листья, стебли, корни и репродуктивные органы. Растения схематизируются в виде системы четырех взаимодействующих «органов», именуемых «листьями», «стеблями», «корнями» и «репродуктивными органами». Сухая биомасса каждого органа с вычетом массы заключенной в нем воды разделяется на две части: биомассу субстратов (подвижная часть биомассы) и структурную биомассу. Биомасса субстратов, которые разделяются на две части: углеродсодержащую (субстрат углерода) и азотсодержащую (субстрат азота) [12].

Такое выделение и разделение субстратов определяется модельным описанием функциональных связей в растениях. С их помощью описываются такие функциональные связи:

- 1) накопление в субстратах первичных продуктов ассимиляции углерода и азота из воздуха и почвы;
- 2) утилизация первичных продуктов и образование новой структурной биомассы органов растений;
- 3) транспортные перетоки первичных продуктов между органами растений;
- 4) накопление продуктов окисления структурной биомассы.

Основой для построения модели послужили исследования Дж. Г.М. Торнли [10], Юсупова М.Ч. [12].

Введем такие обозначения:

i – индекс, принимающий следующие значения: l - листья, s -стебель, k - корень и r – репродуктивные органы;

d – индекс, принимающий значения С для углерода и N для азота:

S_{ci} – масса углерода, заключенная в фонде азота i -го органа:

N_{ni} – масса азота, заключенная в фонде азота i -го органа:

C_{ci} – концентрация подвижного углерода фонда S_{ci} к сухой структурной биомассе m_i ;

C_{ni} – концентрация подвижного азота равная отношению массы азота N_{ni} к структурной биомассе m_i ;

C_{cp}^m, C_{np}^m – максимальные значения для C_{ci} и C_{ni} ;

F_i - скорость утилизации подвижного углерода единицей структурной биомассы i -го органа;

K_i – константа скорости утилизации для i -го органа;

r_{gi}, r_{mi} – коэффициенты дыхания роста и поддержания для i -го органа;

F_{cji}, F_{nji} – потоки подвижного углерода и азота из j -го органа роста в i -ый орган;

F_{ci}, F_{ni} – потоки подвижного углерода и азота, поступающие в i -ый орган;

r_{cji}, r_{nji} – сопротивления, преодолеваемые потоками подвижного углерода и азота на пути из j -го органа в i -ый орган;

Поясним структурную схему модели. На рис.1 показана схема транспорта первичных продуктов ассимиляции. Поступающая за единицу времени в листья масса углерода P_c , образовавшаяся в виде подвижных углеводов в результате фотосинтеза, частично усваивается листьями. Оставшаяся часть транспортируется по флоэме растения в другие органы. Стрелки, соединяющие прямоугольники с названиями органов, определяет направления потоков. Соответствующие им надписи обозначают величину потоков углерода и азота. Например, стрелка с надписью F_{ces} означает, что за единицу времени из листьев в стебли поступает масса углерода F_{ces} .



Рисунок 1– Схема транспорта первичного углерода и азота в растениях

В модели для описания перетоков используется распространенный подход [10], в соответствии с которым величина потока F_{aji} считается пропорциональной разности концентраций $(C_{aj}-F_{ai})$ в начале и конце пути.

Будем считать [10], что

$$F_{aji} = \beta_{ji} \frac{C_{aj} - C_{ai}}{r_{aji}} \quad (1)$$

Где r_{aji}^m – максимальное значение величины сопротивления перетока ассимилянтов из одного органа растения к другому.

Механическая формула (2) даст нам возможность имитировать изменения величины сопротивления потока ассимилянтов из одного органа к другому с учетом изменения концентрации ассимилянтов в принимающий орган и достижения своего максимального значения при насыщении субстратом принимающего органа. При этом, будем считать, что $C_{cp} > 0$.

Опишем механизм усвоения первичного углерода и азота каждым органом и их приращение в структурную биомассу органа. Такой процесс называется утилизацией первичных продуктов. Его схема изображена на рис. 2.

Согласно [12] «на схеме каждый орган растения разделяется на три емкости. Первые две содержат субстраты подвижного углерода и азота с массами S_{ci} и N_{ni} соответственно. В третьей емкости накапливается образующаяся в результате биохимических реакций утилизаций структурная биомасса органа m_i .

Сложная совокупность реакций образования структурной биомассы условно схематизирована в виде прямоугольника с надписью «реакция».

В процессе утилизации потребляются первичные продукты ассимиляции и образуются вторичные продукты в виде структурной биомассы, окисленных продуктов дыхания, а также специфические соединения углерода и азота, химическая энергия которых используется для поддержания жизнедеятельности растительного организма.

Предположим, что в результате процесса утилизации на интервале времени $(t, t + \Delta t)$ в i -ом органе структурной биомассы образовалась новая структурная биомасса Δm_i . Определим с помощью функции так, что количество потребляемого при утилизации первичного углерода фонда развивается [12].

$$\Delta S_{Gi} = F_i m_i \Delta t \quad (3)$$

В соответствии с [2] примем в качестве функции скорости утилизации функцию F_i вида

$$F_i(C_{ci}, C_{ni}, t, P_i) = K_i F_I(C_{ci}, C_{ni}), \quad (4)$$

где

$$\frac{1}{F_I(C_c C_n)} = 1 + \frac{a_1}{C_c} + \frac{a_2}{C_n} + \frac{a_3}{C_c * C_n}, \quad (5)$$

P_i – параметры среды, влияющей на скорость образования новой биомассы.

Функции вида (4) используются для описания зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстратов C_c и C_n , потребляемых в ходе реакций первичных субстратов. Константы скорости реакции $K_i = K_i(t, P_i)$ описывает зависимость скорости от концентрации фермента и может изменяться во времени, если концентрация фермента изменяется, величина K_i зависит также от температуры.

Другим параметром среды, влияющим на скорость роста биомассы является водный потенциал в тканях i – го органа.

Основная часть биомассы органов растения образуется в результате процесса роста растяжением. Заключенные в клетке осмотически активные вещества приводят к поглощению клеткой воды из имеющихся в растении запасов, которое создает избыточное осмотическое давление на стенки клеток. Вызванное этим давлением растяжение клеточной оболочки приводит к ее утончению и стимулирует процессы образования углеводов (целлюлозы), затрачиваемых на восстановление толщины оболочки. Интенсивность процесса зависит от водного режима клетки и описывается зависимостью K_i от водного потенциала клетки ψ .

Известно, что в образующуюся структурную биомассу Δm_i переходит только часть потребляемого первичного углерода; другая часть расходуется на получение химической энергии, необходимой для протекания процесса образования биомассы Δm_i . Обозначим через Y_G долю включаемого в Δm_i первичного углерода. Из использованной для образования новой биомассы Δm_i массы первичного углерода ΔS_{Gi} часть $Y_G \Delta S_{Gi}$ включается в Δm_i :

$$Y_G F_i m_i \Delta t = \gamma_c \Delta m_i. \quad (6)$$

Здесь через γ_c обозначена доля массы углерода в структурной биомассе органа. Оставшаяся часть равная $(1-Y_G)F_i m_i \Delta t$ используется в сопровождающем образовании биомассы процессе дыхания, роста и является источником химической энергии.

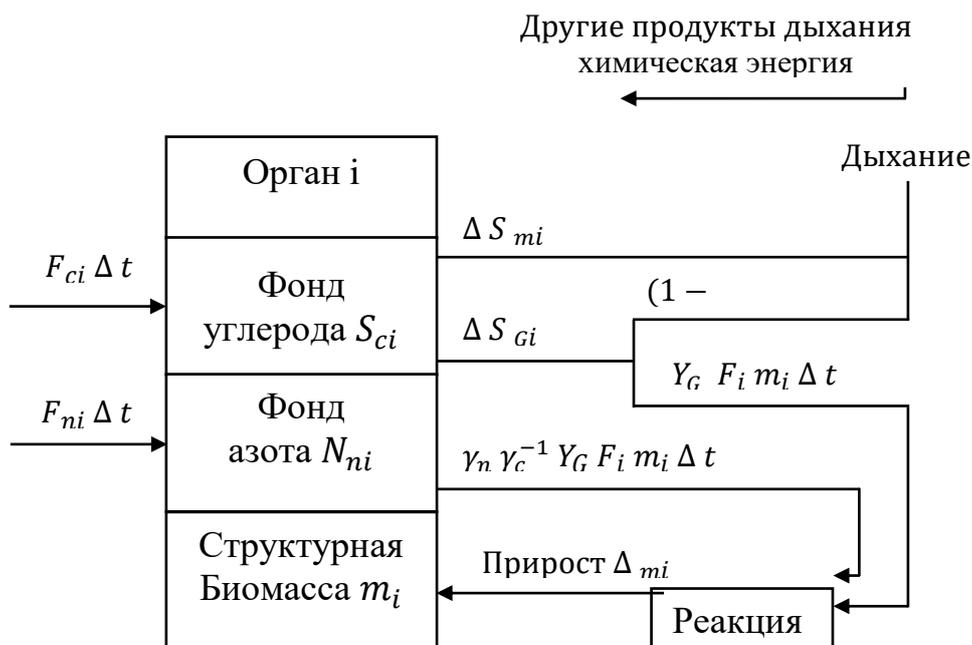
В процессе образования новой биомассы Δm_i потребляется также первичный азот из фонда азота. Обозначив через γ_n долю массы азота в структурной биомассе Δm_i , получим массу используемую для образования Δm_i азота

$$\gamma_n \Delta m_i = \frac{\gamma_n}{\gamma_c} \gamma_c F_i m_i \Delta t \quad (7)$$

Часть химической энергии, образующаяся в i -ом органе, затрачивается на поддержание его жизнедеятельности. Предполагают, что масса углерода, необходима для ее образования, определяется выражением

$$\Delta S_m = r_{mi} m_i \Delta t,$$

где r_{mi} - коэффициент, зависящий от температуры. Величину r_{mi} называют коэффициентом поддержания дыхания.


 Рисунок 2 – Схема утилизации первичного субстратов углерода и азота в i -ом органе растения

Суммарные затраты $R_i \Delta t$ первичного углерода на дыхание роста и дыхание поддержания равны следующему,

$$R_i \Delta t = (1 - Y_G) F_i m_i \Delta t + r_{mi} m_i \Delta t \quad (8)$$

Предположим, что субстрат углерода образуется в листьях в результате процесса фотосинтеза, часть которого перетекает в стебель, часть расходуется на процесс дыхания и часть используется для образования сухой структурной биомассы. Субстрат азотосодержащий поступает в корневую систему, часть транспортируется в стебель, а из стебля поток азотосодержащий субстрат перетекает в листья и репродуктивные органы, а часть используется для образования сухой структурной биомассы корней. Исходя из этого и выше изложенного можно написать следующие уравнения для описания динамики концентраций углеродосодержащих и азотосодержащих субстратов в листьях, стеблях, корнях и репродуктивных органах, а также сухой биомассы листьев, стеблей, корней и репродуктивных органов растения:

$$\frac{d}{dt} (m_l * C_{cl}) = P_c - \beta_{cl} * \frac{C_{cl} - C_{cs}}{(r_{cl}^{max} + r_{cs}^{max}) * (\frac{C_{cs}}{C_{cs}^{max}})} - F_l m_l - r_{ml} * m_l \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt} (m_s * C_{cs}) = \beta_{cl} * \frac{C_{cl} - C_{cs}}{(r_{cl}^{max} + r_{cs}^{max}) * (\frac{C_{cs}}{C_{cs}^{max}})} - \beta_{sk} * \frac{C_{cs} - C_{ck}}{(r_{cs}^{max} + r_{ck}^{max}) * (\frac{C_{ck}}{C_{ck}^{max}})} - \beta_{sr} * \frac{C_{cs} - C_{cr}}{(r_{cs}^{max} + r_{cr}^{max}) * (\frac{C_{cr}}{C_{cr}^{max}})} - F_s m_s \quad (10)$$

$$\frac{d}{dt} (m_k * C_{ck}) = \beta_{sk} * \frac{C_{cs} - C_{ck}}{(r_{cs}^{max} + r_{ck}^{max}) * (\frac{C_{ck}}{C_{ck}^{max}})} - F_k m_k \quad (11)$$

$$\frac{d}{dt} (m_r * C_{cr}) = \beta_{sr} * \frac{C_{cs} - C_{cr}}{(r_{cs}^{max} + r_{cr}^{max}) * (\frac{C_{cr}}{C_{cr}^{max}})} - F_r m_r \quad (12)$$

$$\frac{d}{dt} (m_l * C_{nl}) = \beta_{sl} * \frac{(C_{ns} - C_{nl})}{(r_{nl}^{max} + r_{ns}^{max}) * (\frac{C_{nl}}{C_{nl}^{max}})} - \frac{Y_n Y_G F_l m_l}{Y_c} \quad (13)$$

$$\frac{d}{dt} (m_s * C_{ns}) = \beta_{sk} * \frac{C_{nk} - C_{ns}}{(r_{ns}^{max} + r_{nk}^{max}) * (\frac{C_{ns}}{C_{ns}^{max}})} - \beta_{sr} * \frac{C_{ns} - C_{nr}}{(r_{ns}^{max} + r_{nr}^{max}) * (\frac{C_{nr}}{C_{nr}^{max}})} - \frac{Y_n Y_G F_s * m_s}{Y_c} \quad (14)$$

$$\frac{d}{dt} (m_r * C_{nr}) = \beta_{sr} * \frac{C_{ns} - C_{nr}}{(r_{ns}^{max} + r_{nr}^{max}) * (\frac{C_{nr}}{C_{nr}^{max}})} - \frac{Y_n Y_G F_r m_r}{Y_c} \quad (15)$$

$$\frac{d}{dt} (m_k * C_{nk}) = P_n - \beta_{sk} * \frac{C_{nk} - C_{ns}}{(r_{ns}^{max} + r_{nk}^{max}) * (\frac{C_{ks}}{C_{ns}^{max}})} - \frac{Y_n Y_G F_k m_k}{Y_c} \quad (16)$$

$$\frac{dm_l}{dt} = \frac{Y_G}{Y_c} F_l m_l, \quad \frac{dm_s}{dt} = \frac{Y_G}{Y_c} F_s m_s \quad (17)$$

$$\frac{dm_k}{dt} = \frac{Y_G}{Y_C} F_k m_k, \quad \frac{dm_r}{dt} = \frac{Y_G}{Y_C} F_r m_r \quad (18)$$

Предложенная нами математическая модель (9-18) состоит из 12 дифференциальных уравнений, которая позволяет отслеживать изменения динамики концентраций субстратов углерода и азота в листьях, стеблях, корнях и репродуктивных органах растения с учетом насыщения их концентраций в отдельном органе растения, также рассчитать сухую биомассу каждого органа как результат биохимической реакции субстратов углерода и азота. Так как, факторы внешней среды влияют на потоки поступления в растение субстратов углерода (через процесс фотосинтеза) и субстратов азота (через поступления в корень растения субстрата азота вместе с водным потоком), предложенная нами математическая модель роста растений позволяет смоделировать влияния различных сценариев изменения климатических на рост и развитие растения, а в целом оценить продуктивности сельскохозяйственных культур.

Рецензент: Пурсунов Р.Дж.–к.ф.-м.н, доцент кафедры программирования и компьютерной инженерии Технологического университета Таджикистана.

Литература

1. Бихеле З.Е., Молдау Х.А., Росс Ю.К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза при недостатке почвенной влаги – Л., Гидрометеиздат, 1980, 223с.
2. Будыко М.И. Эволюция биосферы –Л., Гидрометеиздат, 1984, 483с.
3. Будыко М. И, Анисимов О.А и др. Прогноз антропо- генных изменений климата и их последствия и проблемы гидрометеорологии и окружающей среды на пороге 21 века // Труды Международной теоретической конференции. – СПб., 2002. – 339 с.
4. В ПРООН прогнозируют снижение урожайности пшеницы к 2030 году- <https://kapital.kz/economic/91984/eksperty-otsenili-uyazvimost-sel-skogo-khozyaystva-k-izmeneniyam-klimata.html>
5. Воротынцев А.В., Юсупов М.Ч. Имитационная система расчета урожая сельскохозяйственных культур –М., Препринт ВЦ АН СССР, 1985, 85с.
6. Жемухов Р.Ш., Нагоров А.Л. К задаче оценки последствий изменения климата для сельского хозяйства на рациональном уровне // Проблемы информатизации общества: материалы Всероссийской конференции (с международным участием). – Нальчик, 2008. – С. 226–228.
7. Моделирование продуктивности агроэкосистем/Бондаренко Н.Ф., Жуковский Е.Е., Мушкин И.Г. и др. – Л., Гидрометеиздат, 1982, 263с.
8. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2008. Том 2. Последствия изменений климата, М., Росгидромет, 287 с.
9. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно – теплового режима и продуктивности агроэкосистем – Л., Гидрометеиздат, 1981, 175с.
10. Торний Дж.Г.М. Математические модели в физиологии растений – Киев, Наукова Думка, 1982, 312с.
11. Юсупов М.Ч. Математическое моделирование влияния изменения климатических условий на продуктивность пшеницы - Материалы международной научно-практической конференции «Подготовка научных кадров и специалистов новой формации в свете инновационного развития государств», Д, 2010.
12. Юсупов М.Ч. Математическая модель роста растений – Вестник Технологического университета Таджикистана, № 2(45) 2021, стр. 154-164.

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

TJ	RU	EN
Юсупов Мирзо Чулиевич	Юсупов Мирзо Чулиевич	Yusupov Mirzo Chulievich
н.и.ф.-м., дотсенти кафедраи система ва технологияҳои иттилоотӣ	к.ф.-м.н., доцент кафедри информационные системы и технологии	candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the Department of Information Systems and Technologies
Донишгоҳи технологии Тоҷикистон	Технологического университета Таджикистана	Technological University of Tajikistan
E-mail: mirzo_cctut@mail.ru		
TJ	RU	EN
Юсупов Часур Тоҳирович докторант PhD	Юсупов Джасур Тоҳирович докторант PhD	Yusupov Jasur Tohirovich PhD student
Донишгоҳи технологии Тоҷикистон	Технологического университета Таджикистана	Technological University of Tajikistan
E-mail: jasur94.12@mail.ru		

УДК 532.77

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИМЕТИЛКЕТОНА НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ ВОДА+ДИМЕТИЛКЕТОН

П.М. Сафаров, М.А. Зарифзода (М.А. Зарипова), С.С. Рафиев

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Данная статья посвящена исследованию влияния концентрации диметилкетона на теплофизические (теплопроводность) свойства водных растворов системы вода + порошок диметилкетона в зависимости от температуры и давления. Результаты исследования показали, что теплопроводность исследуемых растворов в зависимости изменения концентрации порошка диметилкетона от 0,5 до 2,5 массовая концентрация увеличивается.

Ключевые слова: порошок диметилкетона (ДМК), вода, теплопроводность, концентрация, температура.

ТАЪСИРИ КОНСЕНТРАСИЯИ ДИМЕТИЛКЕТОН БА ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКИИ МАҲЛҶҲОИ ОБИИ СИСТЕМАИ ОБ + ДИМЕТИЛКЕТОН

П.М. Сафаров, М.А. Зарифзода (М.А. Зарипова), С.С. Рафиев

Мақолаи мазкур ба омӯзиши таъсири консентратсияи диметилкетон ба хосиятҳои гармофизикии (гармгузаронии) маҳлҷҳои обии системаи хокаи диметилкетон вобаста ба ҳарорат ва фишор баҳшида шудааст. Натиҷаҳои тадқиқот нишон доданд, ки гармигузаронии маҳлҷҳои тадқиқшаванда вобаста ба тағйир ёфтани консентратсияи хокаи диметилкетон аз консентратсияи массавии аз 0,5 то 2,5 зиёд мешавад.

Калидвожаҳо: хокаи диметилкетон (ДМК), гармигузаронӣ ва характеристикаҳои гидравликӣ, консентратсия, ҳарорат.

INFLUENCE OF DIMETHYLKETONE CONCENTRATION ON THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF AQUEOUS SOLUTIONS OF THE WATER+DIMETHYLKETONE SYSTEM

P.M. Safarov, M.A. Zarifzoda (M.A. Zaripova), S.S. Rafiev

This article is devoted to the study of the effect of dimethyl ketone concentration on the thermal conductivity (thermal conductivity) properties of aqueous solutions of the water + dimethyl ketone powder system depending on temperature and pressure. The results of the study showed that the thermal conductivity of the studied solutions increases depending on the change in the concentration of dimethyl ketone powder from 0.5 to 2.5 mass concentration.

Keywords: dimethylketone powder (DMK), water, thermal conductivity, concentration, temperature.

Введение

Растворы, образуемые при смешивании воды и диметилкетона (ДМК), представляют интерес, как в теоретическом, так и в практическом аспектах. Диметилкетон, также известный как ацетон, — это простое органическое соединение, часто используемое в химической промышленности и в лабораториях. Исследование свойств растворов этой системы имеет значение для понимания взаимодействий между полярными и неполярными растворителями.

Диметилкетон (C_3H_6O) — это полярная молекула с карбонильной группой ($C=O$), что делает ее способной образовывать водородные связи с водой. Однако, несмотря на полярность, ДМК также обладает некоторыми неполярными свойствами, что влияет на его растворимость в воде и взаимное поведение в растворах.

Соединения диметилкетона, благодаря своим мощным восстановительным свойствам, способствуют восстановлению кислорода, нитритов, а также окислов железа и меди. Это приводит к образованию устойчивой защитной пленки на поверхности металлов теплоэнергетического оборудования, как в условиях рабочих параметров, так и при низких температурах, что гарантирует надежную и экономичную эксплуатацию энергетических установок.

Исследование теплофизических свойств водных растворов диметилкетона (ДМК) и воды может быть очень интересным, поскольку концентрация второго компонента влияет на множество характеристик системы. Основные аспекты, на которые стоит обратить внимание это:

Теплофизические свойства, такие как:

- **теплопроводность:** как правило, с увеличением концентрации ДМК теплопроводность раствора изменяется, что может быть связано с изменением структуры раствора и взаимодействием между молекулами;

- **удельная теплоемкость:** увеличение концентрации ДМК может приводить к изменению удельной теплоемкости раствора. Это важно для систем, где требуется поддержание определенной температуры;

- **температура кипения и замерзания:** растворы ДМК в воде могут иметь отличия в температурах кипения и замерзания по сравнению с чистой водой, что также зависит от концентрации.

Материалы и методы исследования

Для изучения теплофизических свойств (теплопроводность) водных растворов системы вода + порошок диметилкетона (с изменением концентрации второго компонента от 0,5 до 2,5% масс.) использован метод нагретой нити. Установка для измерения теплопроводности жидкостей методом нагретой нити — это важный инструмент в термодинамике и материаловедении. Этот метод основан на

том принципе, что при нагревании нити в жидкости происходит передача тепла от нити к жидкости и изменение температуры может быть использовано для определения теплопроводности. Метод нагретой нити позволяет достаточно точно измерять теплопроводность жидкостей. Важно проводить эксперименты в контролируемых условиях для минимизации влияния внешних факторов. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

Установка состоит из следующих основных частей: вакуумный насос и манометр, которые соединяются с внутренним сосудом измерительной трубкой, а измерительная трубка размещена в сосуде с термостатирующей средой. В качестве термостатирующей среды был использован воздух. Во внутреннем сосуде помещен никелевый нагреватель в виде проволоки, замыкающей электрическую цепь. Нагреватель имеет последовательное соединение с источником питания, резистором, ампер- и вольтметром. Вольтметр имеет параллельное соединение с источником и резистором [1].

Данная установка нами была модернизирована. Отличием прототипа от предложенного нами устройства является отсутствие возможности исследования газов, а также реализация опытов при комнатной температуре и атмосферном давлении.

Техническое расширение, а именно дополнительное оснащение установки пережимным сосудом с полиэтиленовым мешочком и грузопоршневым манометром позволило достигнуть желаемого результата (рисунок 1).

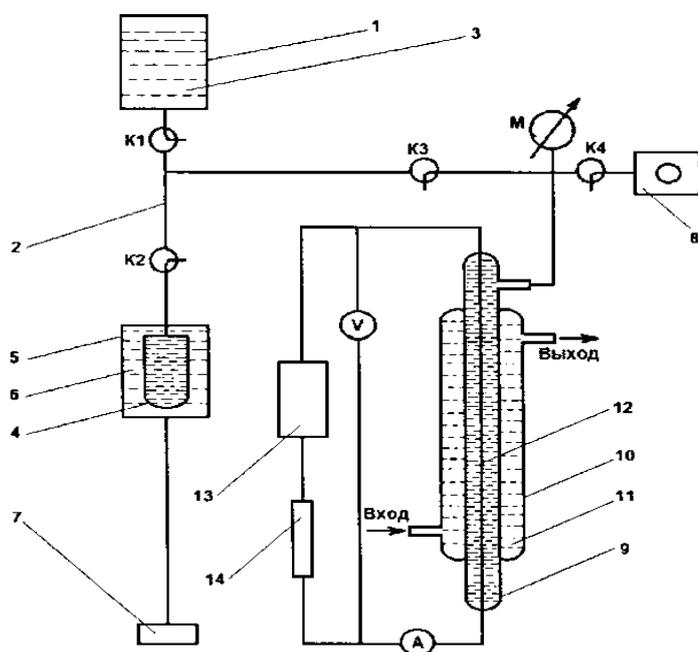


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для измерения теплопроводности жидкостей и растворов [2]:
 1-емкость из нержавеющей стали, 2-образец, 3-трубка с кранами K1 и K2, 4-полиэтиленовый мешочек, 5-пережимной сосуд, 6-мешочек с глицерином, 7-грузопоршневой манометр (МП-2500 или МП-600), 8-вакуумный насос, 9-внутренний сосуд, 10-внешний сосуд, 11-термостатирующая среда, 12-никелевый нагреватель, 13-источник питания, 14-ампервольтметр

Устройство работает следующим образом.

Емкость 1 предварительно заполняется образцом и термостатирующей средой. После подключения электрической цепи к току по показаниям вольт- и амперметра устанавливают мощность нагревателя при комнатной температуре и атмосферном давлении:

$$W=IU, \quad (1)$$

где, W-мощность (Вт); I-сила тока (А); U- напряжение (В).

Краны K₁, K₂ и K₄ переводятся в закрытое положение и с помощью насоса 7 выполняют вакуумацию системы для полного стекания образца исследования (давление ≈10⁻³ мм.рт.ст.). После этого при закрытом положении крана K₁ открывают кран K₃, что способствует полному перетеканию образца в полиэтиленовый мешочек и внутренний сосуд измерительной трубки. Затем краны K₃ и K₁ вновь переключают и в электрическую цепь подают ток. С учетом используемой термостатирующей среды 10 поэтапно во времени нагревательным элементом 11 нагревают: воздух каждые ~ 10 мин до температуры 50°C, воду каждые ~ 5 мин до 100°C и масло каждые ~ 5 мин до 200°C. Параллельно грузопоршневым манометром повышают и давление на образец каждые 4,9 МПа.

Формулой (1) определяют мощность нагревателя в зависимости от температуры, а так же по формуле (2) его сопротивление рассчитывают в зависимости от температуры. По формуле (2) определяется температура в измерительной ячейке.

$$R=R_0(I+\alpha(T-T_0)), \tag{2}$$

где, R- сопротивление никелевой проволоки (Ом); R₀- сопротивление никелевой проволоки при комнатной температуре (Ом); α- коэффициент температурной зависимости от сопротивления (1/К); T₀ - комнатная температура (К); T - температура опыта при пошаговом нагреве (К).

По значениям мощности и удельного сопротивления нагревателя, установив разность температур, вычисляется коэффициент теплопроводности образца [2]:

$$\lambda_{cp} = \frac{Win \frac{(T_1)}{T_2}}{2\pi L(T_1-T_2)}. \tag{3}$$

где, λ_{cp} –коэффициент теплопроводности образца [Вт/(м.К)], W – мощность никелевого нагревателя (Вт); T₁- T₀ – разность температур (К); L–длина проводника (м); r₀ – радиус никелевого нагревателя (мм); r₁ – внутренний радиус внешнего цилиндра (мм) [3, 4-10]:

$$\lambda = \frac{R_i c m \delta}{2} \tag{4}$$

Общая относительная погрешность измерения теплопроводности методом нагретой нити при доверительной вероятности 95% составляет 4,2%.

Результаты

Экспериментальной установкой, работающей методом нагретой нити, нами была исследована теплопроводность водных растворов системы вода + диметилкетон с изменением массовой концентрации второго компонента от 0,5 до 2,5%, результаты которого приведены в таблицах 1- 6 и рисунках 2 - 4.

Таблица 1–Теплопроводность (λ·10³,Вт/ (м·К)) обычной воды при различных температурах и давлениях

Т,К	(λ ·10 ³ , Вт/ (м·К)) p, МПа					
	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5
283	565	566	567	567	568	569
298	608	608	609	609	610	611
323	644	645	645	645	646	647
348	667	667	667	668	669	670
373	-	679	679	680	682	683
423	-	682	682	683	685	687
473	-	-	-	664	666	669

Таблица 2–Теплопроводность (λ ·10³,Вт/ (м·К)) обычной воды с добавлением в нее 0,5% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Т,К	(λ ·10 ³ , Вт/(м·К)) p, МПа					
	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5
283	562	568	569	569	570	571
298	610	610	611	611	612	613
323	646	647	647	647	648	649
348	669	669	669	670	671	672
373	-	681	682	683	684	685
423	-	684	684	685	687	689
473	-	-	-	666	668	671

Таблица 3 – Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) обычной воды с добавлением в нее 1,0% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Т,К	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}))$ р, МПа					
	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5
283	565	571	572	573	573	574
298	613	613	614	614	615	616
323	649	650	650	650	651	652
348	672	672	672	673	674	675
373	-	684	685	685	687	688
423	-	687	687	688	690	694
473	-	-	-	669	671	674

Таблица 4–Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3$,Вт/ (м·К)) обычной воды с добвлением в нее 1,5% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Т,К	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}))$ р, МПа					
	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5
283	568	574	576	577	578	579
298	617	617	618	618	619	620
323	654	655	656	657	658	659
348	676	677	678	679	680	683
373	-	687	689	690	692	694
423	-	690	692	694	695	698
473	-	-	-	673	674	678

Таблица 5 –Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) обычной воды с добавлением в нее 2,0% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Т,К	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}))$ р, МПа					
	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5
283	571	577	579	580	581	582
298	620	621	622	623	624	624
323	657	660	662	664	666	667
348	680	682	690	691	694	697
373	-	690	692	694	696	699
423	-	696	698	704	707	710
473	-	-	-	678	684	698

Таблица 6 –Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) обычной воды с добавлением в нее 2,5% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Т,К	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}))$ р, МПа					
	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5
283	579	582	584	586	589	590
298	625	626	627	629	630	632
323	663	665	668	669	671	674
348	685	688	690	693	694	698
373	-	694	696	699	701	704
423	-	699	698	708	711	715
473	-	-	-	683	688	703

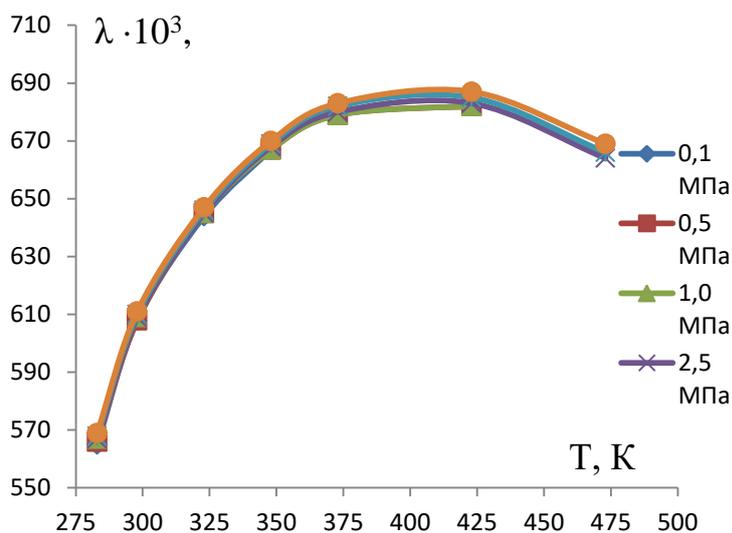


Рисунок 2 – Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$) обычной воды при различных температурах и давлениях

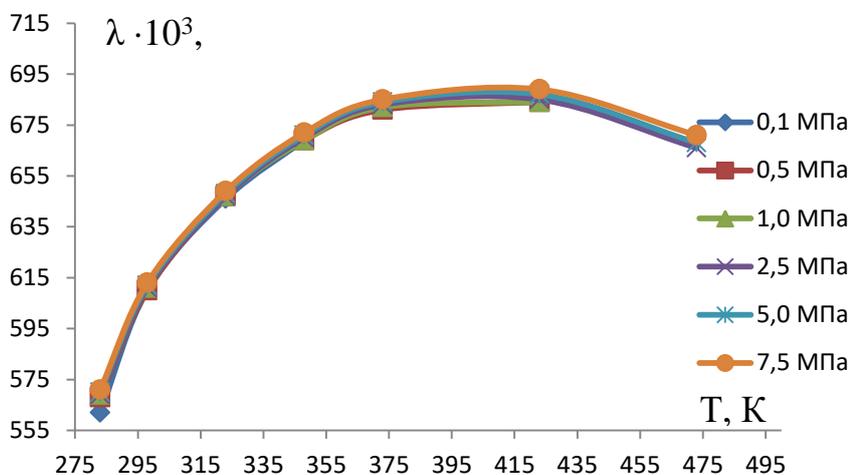


Рисунок 3 – Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$) обычной воды и с добавлением в нее 0,5% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

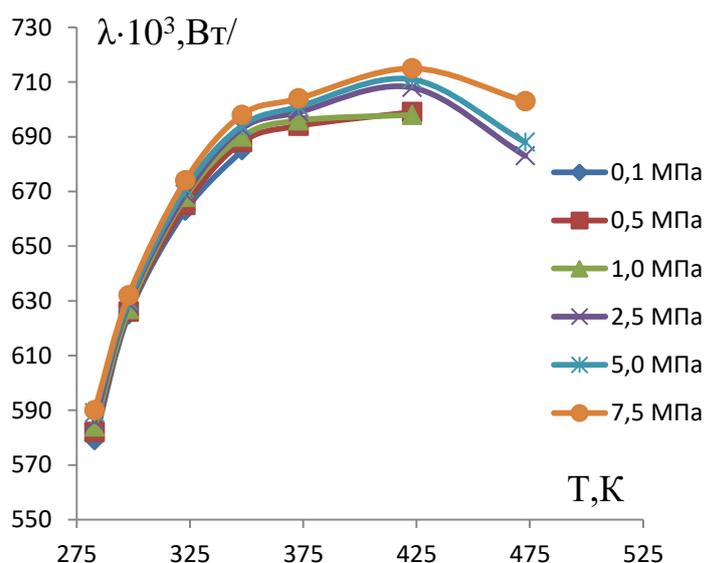


Рисунок 4 – Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$) обычной воды и с добавлением в нее 2,5% массовой концентрации порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Как видно из таблиц 1-6 и рисунков 2-4, теплопроводность воды как в чистом виде, так и содержащих различные концентрации порошка диметилкетона с повышением температуры и давления

увеличивается. На основе экспериментальных данных нами получены аппроксимационные зависимости, позволяющие рассчитать теплопроводность растворов исследуемых объектов при различных температурах и давлениях.

Приведенные таблицы 1-6 и рисунки 2-4 были обработаны с помощью закона термодинамического подобия и закона соответственных состояний. В качестве примера приведем расчет для одной концентрации, то есть для чистой воды с добавлением 2,5% порошка диметилкетона:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (5)$$

где λ и λ_1 – соответственно теплопроводность исследуемых объектов при T и T_1 ; $T_1=348\text{K}$. Выполнимость функциональной зависимости (5) графически показана на рисунке 5.

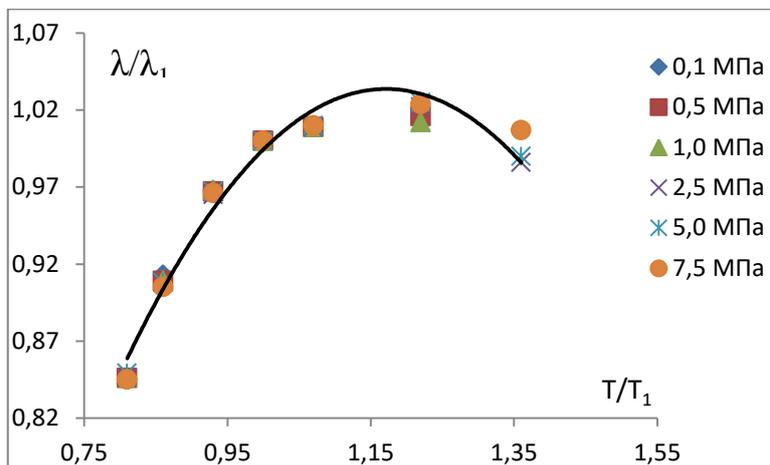


Рисунок 5 – Зависимость относительной теплопроводности ($\frac{\lambda}{\lambda_1}$) от относительной температуры ($\frac{T}{T_1}$) для образца чистой воды + 2,5% порошка диметилкетона при различных температурах и давлениях

Анализ значения λ_1 показал, что оно является функцией концентрации порошка диметилкетона. В результате обработки нами было получено уравнение в следующем виде:

$$\lambda = (ax^2 + bx + c) \cdot \lambda_1 \quad (6)$$

Коэффициенты уравнения (6) для всех исследуемых образцов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Коэффициенты уравнения (6)

Коэффициенты	Образцы, % диметилкетона					
	Чистая воды	0,1	1,0	1,5	2,0	2,5
a	-1,3291	-1,3156	-1,3311	-1,3696	-1,3957	-1,3418
b	3,1254	0,0966	3,1245	3,2041	3,2699	3,1431
c	-0,7998	-0,7846	-0,7967	-0,8395	-0,8851	-0,8069

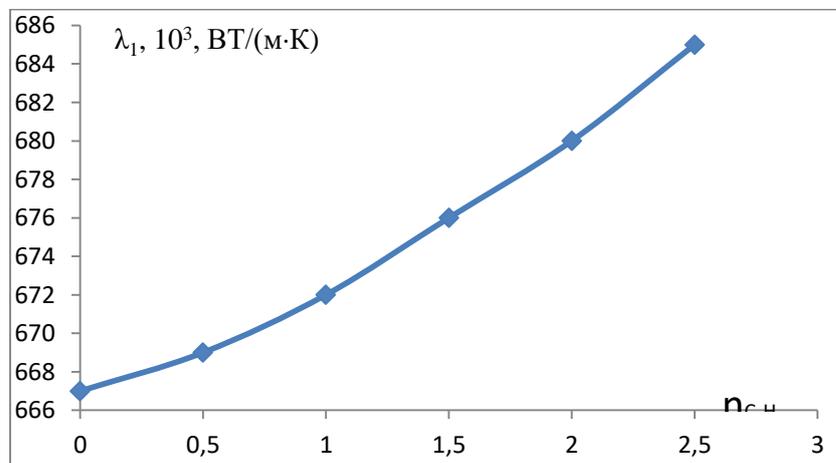


Рисунок 6 – Зависимость λ_1 от концентрации диметилкетона $n_{C,H,O}$ при температуре $T=348\text{K}$
Кривая, показанная на рисунке 6, описывается следующим уравнением:

$$\lambda_1 = 1,3571(n_{C_3H_6O})^2 + 3,8643(n_{C_3H_6O}) + 666,89, \text{ Вт/(м·К)} \quad (7)$$

На основе уравнений (6) и (7) получим уравнение для расчета теплопроводности исследуемых растворов в следующем виде:

$$\lambda = [(ax^2 + bx + c)] \cdot [1,3571(n_{C_3H_6O})^2 + 3,8643(n_{C_3H_6O}) + 666,89], \text{ Вт/(м·К)} \quad (8)$$

С помощью полученного уравнения (8) можно рассчитать теплопроводность исследуемых растворов (0,5-2,5% порошка диметилкетона) с погрешностью до 4%.

Обсуждение

Диметилкетон хорошо растворим в воде благодаря своей полярности. Однако, как и многие органические соединения, его растворимость уменьшается с увеличением температуры, что может быть связано с изменениями в энергетических состояниях молекул. Вода и ДМК образуют гомогенные растворы при различных соотношениях. При смешивании взаимодействие между молекулами воды и ДМК приводит к образованию слабых водородных связей, что увеличивает стабильность раствора. При изменении температуры изменяются как растворимость, так и свойства растворов. При повышении температуры обычно наблюдается уменьшение вязкости и увеличение подвижности молекул, что может повлиять на кинетику реакций, проходящих в растворе.

Система вода + диметилкетон находит применение в различных областях: ДМК используется как растворитель для многих органических и неорганических соединений. В водных растворах он может использоваться для улучшения процесса экстракции или в качестве реакционной среды. Водные растворы диметилкетона используются в производстве косметических средств и лекарств благодаря своей способности растворять активные ингредиенты. Системы вода и ДМК применяются в хроматографических методах, где важно использовать растворители с определенными физико-химическими свойствами для достижения точности и воспроизводимости результатов.

Заключение

1. Растворы системы вода + диметилкетон представляют собой интересный объект для изучения благодаря своим уникальным свойствам и широкому спектру применения. Понимание взаимодействий в таких системах способствует более глубокому изучению как фундаментальных, так и прикладных аспектов теплофизики и термодинамики. Исследования в этой области могут привести к новым технологиям и улучшению существующих процессов в химической и фармацевтической промышленности.

2. В растворе вода образует сильные водородные связи, которые удерживают молекулы вместе. Эти связи ограничивают движение молекул, что снижает теплопроводность при низких температурах. С повышением температуры водородные связи разрываются, что увеличивает свободу движения молекул и повышает теплопроводность.

3. Диметилкетон менее полярен, чем вода, и образует более слабые водородные связи. При низких температурах он может образовывать некоторые водородные связи с молекулами воды, что снижает теплопроводность. С повышением температуры эти слабые связи разрываются, и диметилкетон может двигаться более свободно, повышая теплопроводность.

4. При повышении температуры молекулы воды и диметилкетона движутся быстрее, увеличивается частота столкновений между ними. Это приводит к более эффективной передаче тепла от самых нагретых молекул к холодным, следовательно, к увеличению теплопроводности.

5. Теплопроводность раствора вода-диметилкетон нелинейно зависит от температуры. Она может иметь локальные максимумы и минимумы.

Рецензент: Собиров ДЖ.Ф. – д.т.н., профессор кафедры «Общей физики» Бохтарского государственного университета имени Носири Хусрава.

Литература

1. Рафиев, С. С. Исследование теплофизических и термодинамических свойств теплоносителей с внедрением нанопорошка гидразина. / Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Душанбе, 2024.- 162.
2. Сафаров, М. М. Устройство для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей / М. М. Сафаров, М. А. Зарипова М. М. Гуломов, Дж. Ф. Собиров, С. С. Рафиев, Д. Ш. Раджабова, А. Р. Раджабов. и др. // Патент Республики Таджикистан, - № ТЈ 923, - Душанбе, -2017.-5с.
3. Абас-заде, А.К. О теплопроводности нефтяных масел и их смесей. Азербайджанское нефтяное хозяйство. / А. К. Абас-заде, А. А. Гильманов. // -1964. № 1.-С.36-38.
4. Амирханов, Х. И., Адамов А. П., Магомедов У. Б. Экспериментальное исследование теплопроводности воды при температурах 30-200°C и давлениях 98,2-686,5 МПа / В сб.

Теплофизические свойства веществ и материалов / ГСССД. М.: Изд-во стандартов. 1984. Вып. 21. - С.35-39.

5. Григорьев, Б. А., Ганиев Ю. А., Сафронов Г. А., Ишханов А. М., Расторгуев Ю. Л. Теплопроводность обычной и тяжелой воды и водных растворах неэлектролитов: Госстандарт, ВНИЦ МВ. М.: Изд-во стандартов. 1985. - 64 с.

6. Амирханов, Х. И., Адамов А. П., Магомедов У. Б. Таблицы рекомендуемых справочных данных. Вода. Теплопроводность воды в диапазоне температур 25-200°C и давлений 100-400 МПа / Всесоюзный научно-исследовательский центр по материалам и веществам Госстан-дарта СССР. М., 1987.- 10 с. Деп. в ВНИИТИ 10.06.87, № 370-кк. 87.

7. Григорьев, Б. А., Григорьев Ё. Б., Ишханов А. М. Теплопроводность воды в зависимости от температуры и плотности при высоких давлениях. Часть 1: Оборонный комплекс- научно-техническому прогрессу России. 2001. №3.- С.55-61.

8. Давлатов, Р. Дж. Взаимосвязь между теплопроводностью и вязкостью растворов полистирола и бензола./М. М. Сафаров, Р. Дж. Давлатов, А. Г. Мирзомамадов // Материалы 8 Между-народной научно-практической конференции “Перспективы развития науки и образования”, посвященной 25-летию государственной независимости Республики Таджи-кистан и 60- летию ТТУ имени акад. М.С.Осими (3-4 ноября 2016г.), часть 2, Душанбе,-С.193-196.

9. Davlatov, R.J. Thermodynamic properties of nano fluids in dependence temperature and pressures. / М.М. Safarov, М.А., Zaripova, A.Nematov, T.R.Tilloeva,S.S. Rafiev, R.Dj. Davlatov e.t. //Book of Abstracts,6th Rostocker International Conference: THERMAL 2017 “Thermophysical Properties for Technical Thermodynamics” Institute of Technical Thermodynamics University of Rostock, Germany, (17 – 18) July 2017,-P.77.

10. Абовский, В. А. Об уравнении состояния Тэйтa // Теплофизика высоких темпе-ратур. – 1972. – Т. 10. – № 6. – С. 1221 – 1225.

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

TJ	RU	EN
Сафаров Парвиз Махмадалиевич	Сафаров Парвиз Махмадалиевич	Safarov Parviz Mahmadalievich
Докторант PhD	Докторант PhD	PhD candidate
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
E-mail: psafarov6@gmail.com		
TJ	RU	EN
Зарифзода Мохира Абдусалом (Зарипова Мохира Абдусаломовна)	Зарифзода Мохира Абдусалом (Зарипова Мохира Абдусаломовна)	Zarifzoda Mohira Abdusalom (Zaripova Mohira Abdusalomovna)
д.и.т., дотсент	д.т.н., доцент	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
E-mail: mohira.zaripova@list.ru		
TJ	RU	EN
Рафиев Саидбег Самиевич	Рафиев Саидбег Самиевич	Rafiev Saidbeg Samievich
Институти энергетикии Тоҷикистон	Таджикский энергетический институт	Tajik Energy Institute
E-mail: rafievs@mail.ru		

УДК 581:53

ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ И ВСХОЖЕСТЬ КУКУРУЗЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ф.М. Назиров, Т.А. Ходжазода

С целью улучшения прорастания и роста семян кукурузы в данном исследовании изучалось влияние обработки их высокочастотным электромагнитным полем (СВЧ). Обработка проводилась на трёх уровнях мощности — низкой (87,5 Вт), средней (385 Вт) и высокой (525 Вт) в течение 5, 10, 15 и 20 секунд. Результаты показали, что СВЧ-энергия положительно влияет на улучшение прорастания и развитие корней. Наилучшие результаты были получены при средней мощности (385 Вт), тогда как высокая мощность отрицательно сказалась на росте.

Ключевые слова: СВЧ-облучение, прорастание семян, морфологические характеристики растений, выращивание растений, лабораторные условия, ускорение процессов роста.

ТАЪСИРИ ШУОЪДИҲИИ БАСОМАДИ БАЛАНД (СВЧ) БА САБЗИШИ ТУХМИҶОИ ҶУВОРИМАККА ДАР ШАРОИТИ ЛАБОРАТОРӢ

Ф.М. Назиров, Т.А. Ходжазода

Бо мақсади беҳтар намудани рӯёндан ва рушди тухмиҳои ҷуворимакка, дар ин тадқиқот таъсири коркарди онҳо бо майдони электромагнитии басомадҳои баланд (СВЧ) омӯзиш шуд. Коркард бо се сатҳи тавоноӣ — паст (87,5 Вт), миёна (385 Вт) ва баланд (525 Вт) дар муддатҳои 5, 10, 15 ва 20 сония анҷом ёфт. Натиҷаҳо нишон доданд, ки СВЧ-энергия ба баланд бардоштани рӯёндан ва рушди реша таъсири мусбат мерасонад. Тавоноии миёна (385 Вт) натиҷаҳои беҳтарин дод дар ҳолате, ки тавоноӣ баланд ба рушд таъсири манфӣ расонд.

Калидвожаҳо: СВЧ нурпоиш, нашъунамои тухмиҳо, хусусиятҳои морфологии ниҳолҳо, парвариши растани, шароити лабораторӣ, тезонидани равандҳои нашъунамо.

EFFECT OF ULTRA-HIGH FREQUENCY RADIATION ON GERMINATION AND GERMINATION OF MAIZE UNDER LABORATORY CONDITIONS

F.M. Nazirov, T.A. Khojazoda

In order to improve the germination and growth of corn seeds, this study examined the effect of treating them with a high-frequency electromagnetic field (microwaves). The treatment was carried out at three power levels — low (87.5 W), medium (385 W), and high (525 W) for durations of 5, 10, 15, and 20 seconds. The results showed that microwave energy positively influences germination and root development. The best results were obtained with medium power (385 W), while high power had a negative effect on growth.

Keywords: microwave irradiation, seed germination, plant morphological characteristics, plant cultivation, laboratory conditions, acceleration of growth processes.

Введение

Электромагнитное поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) представляет собой электромагнитные колебания с частотой от 300 МГц до 300 ГГц, соответствующие длинам волн от 1 м до 0,1 мм. С 1992 года для предпосевной обработки семян использовалась СВЧ-установка типа «Импульс-3У», где частота излучения в рабочей камере составляет 2450 МГц, а СВЧ-мощность — 2680 Вт. Максимальная загрузка при предпосевной обработке семян составляет 60 кг (1 мешок). Перед массовой обработкой семян проводились лабораторные исследования, в ходе которых семена обрабатывались при различных экспозициях от 10 до 160 секунд с интервалом 10 секунд, с последующим определением энергии прорастания, всхожести, длины и массы проростков. Контрольные семена обработке не подвергались.

СВЧ-обработка семян столовой свеклы перед посевом в совхозе «Терновский» Пензенской области позволила получить дополнительно 9 т/га (23%) корнеплодов. В совхозе «Вязовский» Пензенского района убедительно продемонстрировано повышение сбора зеленой массы кукурузы: после предпосевной СВЧ-активации прибавка урожая составила 3,3 т/га (22% к контролю). Выход кормовых единиц с 1 га увеличился на 39% и составил 4,41 т/га (3,16 т/га на контроле), а пере варимого протеина — на 70%, достигнув 0,414 т/га (0,243 т/га на контроле) [1].

Электромагнитное поле сверхвысокой частоты влияет на прорастающие семена, развивающиеся растения и зерно в состоянии покоя, включая такие важнейшие показатели, как содержание белка и клейковины, имеющие большое значение для хлебопекарной отрасли. Были исследованы 6 сортов мягкой яровой пшеницы различных групп спелости, выведенных и районированных в Республике Казахстан. Показаны различия в накоплении белка и сырой клейковины после обработки СВЧ в течение 5 и 10 секунд. Экспозиция в 5 секунд благоприятно сказывается на изучаемых показателях, улучшая их на 4,1-18,6% (содержание белка) и 7,2-13,3% (содержание клейковины) по сравнению с контролем. Вариант обработки в 10 секунд приводит к негативным результатам: показатели снижаются на 2,5-13,8% (белок) и 3,7-21,7% (клейковина) по сравнению с контролем. При этом вариабельность внутри сорта выше у показателя «содержание белка», находясь на среднем (Карабалыкская 90 и Целина 50) и высоком (остальные сорта) уровнях. Внутрисортные вариации по количеству клейковины находятся на низком (среднепоздние сорта Карабалыкская 90 и Целинная Юбилейная, раннеспелый сорт Целина 50) и среднем (все остальные среднеспелые сорта) уровнях. Для изучения качественных показателей зерна отбирались образцы урожая 2010-2012 годов. В опыты были вовлечены раннеспелые, среднеспелые и среднепоздние сорта казахской селекции: Целина 50 (раннеспелый), Астана, Целинная 3С и Акмола 2

(среднеспелые), Карабалыкская 90 и Целинная Юбилейная (среднепоздние). Обработка семян проводилась электромагнитным полем на установке Panasonic NNSM330WZPE мощностью 1,2 кВт и частотой магнетрона 2,45 ГГц. Опытные варианты подвергались воздействию ЭМП СВЧ в течение 5 и 10 секунд; контрольный вариант не обрабатывался [2].

Рассматриваемые в обзоре СВЧ-установки рассчитаны на большой объем обрабатываемого семенного материала и не могут удовлетворять требованиям для проведения предпосевной обработки семян зеленных культур. Технология посева зеленных культур в рамках одного хозяйства не предполагает использование больших объемов посевного материала, поэтому необходимо разработать СВЧ-установку с соответствующими параметрами, а также исследовать режимы электрофизического воздействия ЭМП СВЧ на семена зеленных культур для дальнейшей разработки производственной СВЧ-установки, наиболее полно удовлетворяющей потребности сельхозпроизводителей [3].

Важное значение имеет оценка эффективности предпосевого воздействия ЭМП СВЧ в зависимости от биологических особенностей культуры. В настоящее время установлено, что в одинаковых условиях эффект стимуляции может различаться в зависимости от сорта. Из данных, полученных в лабораторных и полевых опытах, видно, что лабораторная и полевая всхожесть изменяется под воздействием предпосевной обработки ЭМП СВЧ. Для семян сорта «Полесский 103» и «Дарья» с влажностью 15% максимальный стимулирующий эффект оказывает предпосевное воздействие ЭМП СВЧ режимом 2 на лабораторную и полевую всхожесть. В то же время семена кукурузы сорта «Дарья» с влажностью 10% реагируют только на воздействие ЭМП СВЧ режимом 1, а все остальные варианты обработки оказывают отрицательное влияние на всхожесть как в лабораторных, так и в полевых опытах. Такая реакция может быть связана с тем, что в семенах недостаточно химически связанной воды, которая в первую очередь поглощает электромагнитные волны СВЧ диапазона. Показано, что наилучшее время от момента обработки до посева семян составляет 10 дней, именно через этот промежуток времени полевая всхожесть достигает максимального эффекта у семян кукурузы сорта «Дарья». Кроме того, отмечено, что наибольшая разница между всхожестью обработанных и необработанных семян наблюдается при низкой исходной всхожести посевного материала. Поэтому исследования в данном направлении должны быть продолжены для подбора оптимальных параметров обработки семян ЭМП СВЧ для достижения максимального стимулирующего эффекта [4].

В настоящее время важная роль отводится изучению альтернативных химическому методу приёмов защиты сельскохозяйственных культур. По мнению некоторых специалистов, перспективной является предпосевная обработка семян физическими факторами, одним из которых является современная, экологически безопасная технология предпосевной обработки семян электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ), разработанная в «Институте ядерных проблем» БГУ. Предпосевная обработка семян ЭМП СВЧ может использоваться для ускорения роста, повышения урожайности и улучшения качества получаемой продукции. В основе разработанного метода лежит резонансное воздействие микроволновой энергии низкого уровня мощности на биологические объекты. При воздействии электромагнитным полем с частотой, близкой или равной резонансной частоте обрабатываемых семян, происходит преобразование внешнего излучения в собственные колебания белковых молекул, что ускоряет биохимические реакции и влияет на ферментативную активность семян [5].

Проведённые исследования на экспериментальном поле Ляховичского аграрного колледжа показали, что предпосевная обработка семян кукурузы хитозаном увеличивала рост растений до 27 см по сравнению с контролем у само опылённой линии БЛ 333, которая оказалась наиболее чувствительной к изучаемым видам предпосевных обработок. ЭМП СВЧ оказала положительное влияние на урожай зерна исследованных видов семян. В результате проведённых экспериментов установлено, что хитозан лучше применять при выращивании кукурузы на силос, а ЭМП СВЧ — на зерно. Наиболее отзывчивыми к предпосевным обработкам являются семена линии кукурузы [6].

Анализ полученных данных в работе демонстрирует, что обработка семян перед посевом различными физическими методами способствует более высокому и стабильному урожаю сельскохозяйственных культур при воздействии определённых внешних факторов. В частности, электрический барьерный разряд оказывает положительное влияние на посевные качества семян. В ходе проведённого эксперимента было установлено, что обработка семян пшеницы барьерным разрядом влияет на энергию прорастания и общую всхожесть растений. Предпосевная обработка семян пшеницы электрическим барьерным разрядом в течение 4 и 6 минут стимулирует энергию прорастания и общую всхожесть. Видно, что энергия прорастания у обработанных образцов (4 и 6 минут) с выдержкой в течение 48 часов по сравнению с контрольной группой увеличивалась от 16,3 % до 63,4 %, а общая всхожесть в обработанном варианте — от 4,1 % до 47,6 % [7].

В современном сельском хозяйстве широко применяются различные способы предпосевной обработки семян, которые можно разделить на два вида. Наиболее распространённые, хорошо изученные — химические протравители, и перспективные, экологически безопасные — физические методы обработки семенного материала. Эффективным технологическим приёмом, позволяющим

оптимизировать процессы роста и фотосинтеза на начальных этапах прорастания семян и повысить устойчивость растений к стрессовым воздействиям внешней среды, является предпосевная обработка семян электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ). В основе данного метода обработки семян лежит резонансное воздействие электромагнитных волн на биологические объекты. Повышение качества семян происходит только при определённых пространственных характеристиках электромагнитной волны СВЧ, частоты, мощности и длительности воздействия излучения на семена, которые экспериментально подбираются отдельно для каждой культуры [8].

Изучение влияния ЭМП СВЧ излучения мощностью 300 Вт на семена многолетних бобовых трав показало, что у семян клевера лугового с экспозицией 80 секунд лабораторная всхожесть увеличилась на 8%, у клевера ползучего с экспозицией 40 секунд — на 9%, у люцерны посевной с экспозицией 80 секунд — на 6%. Увеличение мощности излучения до 750 Вт повлияло на оптимальную продолжительность экспозиции. Так, у клевера лугового и люцерны посевной она снизилась и составила 40 секунд, у клевера ползучего — 20 секунд. При таких экспозициях энергия прорастания у клевера ползучего, лугового и люцерны увеличивается на 2-10%, а лабораторная всхожесть — на 6-8% по сравнению с контролем.

Увеличение мощности излучения до 2450 Вт при частоте излучения 2000 Гц с экспозицией 30-100 секунд резко снижало всхожесть и энергию прорастания всех изучаемых культур; растения гибли или вообще не развивались.

ЭМП СВЧ излучение оказывало влияние на фито патогенность семян многолетних трав. В исследованиях по оценке воздействия СВЧ облучения на общую заражённость семян комплексом фитопатогенной микрофлоры, а также присутствия сапрофитной микобиоты использовали биологический метод фито экспертизы во влажных камерах [9].

В ходе исследования установлено, что применение СВЧ-технологий в сельском хозяйстве имеет значительный потенциал благодаря улучшению показателей роста и качества семян. Однако необходимо уделить особое внимание вопросам безопасности и эргономики при использовании оборудования, чтобы минимизировать риски для операторов и окружающей среды. Классификация технологий выявила наличие опасных методов, связанных с высоким уровнем отражённого электромагнитного излучения, что требует разработки и внедрения защитных мер. В целом, для успешной интеграции СВЧ-технологий в аграрный сектор важно сбалансировать их преимущества с соблюдением стандартов безопасности и комфорта труда [10].

В работе [12] показали, что влияние СВЧ-обработки на посевные качества ярового ячменя и озимой пшеницы зависит от интенсивности и продолжительности облучения. Положительное влияние на прорастание ярового ячменя наблюдалось при мощности 1,8 кВт/кг и экспозиции 20 секунд, а также при 0,9 кВт/кг и 45 секундах. Для озимой пшеницы лучшие результаты были достигнуты при мощности 1,8 кВт/кг за 15 секунд и 0,9 кВт/кг за 45 секунд.

Изучение воздействия СВЧ-полей на зерно существенно ускоряет процесс термообработки и позволяет использовать микроэлементы и активные вещества. Кратковременный СВЧ-нагрев свежесобранных семян сои до 65-70°C в процессе послеуборочной обработки улучшает качество белков, снижая уровень антипитательных веществ. Исследования направлены на определение оптимальных технологических параметров обработки, включая продолжительность воздействия, мощность, количество клейковины и ее деформацию. В качестве объекта использовали пшеницу 2-го класса.

В экспериментах каждая навеска зерна обрабатывалась в СВЧ-установке, в то время как контрольная навеска оставалась необработанной. СВЧ-обработка обеспечивает тепловое обеззараживание, что приводит к денатурации белков, разрывающих водородные связи и нарушающих взаимодействие гидрофобных групп. При этом денатурация зависит от влажности зерна, температуры и времени обработки [11].

Несмотря на интересные результаты, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве, необходимы повторные эксперименты для повышения достоверности данных. Важно также изучить механизмы процессов, происходящих при облучении семян, и перейти от лабораторных исследований к полевым испытаниям. Воздействие СВЧ-излучения на семена злаков стало предметом многих исследований, однако результаты требуют дальнейшего развития и дополнений, что предполагает расширение методов и используемой аппаратуры. Рассматриваются биохимические и биофизические методы, которые могут дать ценную информацию. [12]

Для повышения урожайности и всхожести семян сельскохозяйственных культур используются различные виды облучения, включая электромагнитные волны дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов. Исследования показывают, что низкоинтенсивные миллиметровые волны могут быть перспективными, так как являются экологически безопасными и оказывают положительное влияние на процессы жизнедеятельности растений. Для определения оптимального режима СВЧ-обработки семян пшеницы сорта «Экият» проводился эксперимент с пятью группами по 50 семян. Четыре группы обрабатывались в микроволновой печи на частоте 2450 МГц при низкой, средней и высокой мощности в течение 15, 30, 45 и 60 секунд. Пятая группа служила контролем и не подвергалась

обработке. Результаты показали, что при обработке на высокой мощности наблюдался ингибирующий эффект: семена, подвергшиеся излучению, показали худшие результаты по сравнению с контрольной группой. Это подчеркивает важность оптимизации режимов обработки для достижения наилучших результатов в сельскохозяйственном производстве [13].

В данной работе установлено, что обработка семян барьерным электрическим разрядом в первую очередь влияла на энергию прорастания и общую всхожесть. Полученные результаты показали, что воздействие барьерным электрическим разрядом на протяжении 4 и 6 минут с последующим охлаждением на 48 и 72 часа стимулировало энергию прорастания и всхожесть семян хлопчатника. Согласно данным таблицы 1 и рисунка 1, энергия прорастания у обработанных семян с 4-минутным воздействием и охлаждением в течение 48 часов увеличивалась на 107 % по сравнению с контролем, а всхожесть — на 10,4 %. У семян, обработанных в течение 6 минут с охлаждением на 48 часов, энергия прорастания увеличилась на 50 %, а всхожесть — на 7,1 %. В то же время, 6-минутная обработка с охлаждением в течение 48 часов снижала энергию прорастания на 57 %, а всхожесть семян — на 3,3 % относительно контрольной группы.

При 4-минутной обработке с охлаждением в течение 72 часов энергия прорастания возросла на 66,6 %, а всхожесть — на 8,2 %. Однако при 6-минутной обработке с охлаждением в течение 72 часов энергия прорастания увеличилась на 33 %, тогда как всхожесть семян снизилась на 1 % по сравнению с контролем. Экспериментальные данные показывают, что обработка семян барьерным разрядом оказывает положительное влияние на их посевные качества, активируя ростовые процессы у семян хлопчатника [14].

Исследования показывают, что физические методы обработки, такие как γ -излучение и нейтронные потоки, способствуют более ранним всходам и увеличивают количество коробочек на растении. Современные ядерные технологии и ускорители обеспечивают доступ к широкому спектру лучей, включая электроны, протоны и осколки ядер тяжелых атомов, что открывает новые перспективы для предпосевной обработки семян. Таким образом, различные физические воздействия при определенных потоках энергии оказывают положительное влияние на посевные качества семян, подтверждая их потенциальную эффективность в сельском хозяйстве [15].

Экспериментальная часть. Одним из наиболее распространённых и перспективных методов применения СВЧ-энергии в сельском хозяйстве является обработка семян. Этот процесс играет важную роль в повышении процента всхожести семян и улучшении их общего качества. При обработке семян СВЧ-излучение способствует уничтожению болезнетворных микроорганизмов, вредных насекомых и грибов, что значительно снижает вероятность заражения растений и повышает их устойчивость к неблагоприятным условиям. Кроме того, использование СВЧ-энергии позволяет уменьшить потребность в химических препаратах, используемых для защиты растений, что делает этот метод более экологически чистым и экономичным.

В данном исследовании обработка семян проводилась с использованием микроволновой печи модели «ЗАРГЕТ», которая работает на трёх режимах мощности: низком, среднем и высоком. Обработка семян проводилась на различных интервалах времени: 5 секунд, 10 секунд, 15 секунд и 20 секунд. Параметры микроволновой печи, следующие: напряжение сети составляет 230-240 В с частотой 50 Гц, а максимальная мощность достигает 700 Вт. В зависимости от выбранного режима, фактическая мощность микроволновой печи была следующей: низкая мощность — 87,5 Вт, средняя мощность — 385 Вт и высокая мощность — 525 Вт.

Процесс обработки семян проводился в лаборатории Сибирского НИИСХ, филиала ЮФНЦА РАН, в строгом соответствии с ГОСТ 12038-84. Для подготовки семян фильтровальная бумага нарезалась на кусочки размером 20x50 см. На каждом кусочке бумаги размещались 25 семян кукурузы, расположенных на определённом расстоянии друг от друга, чтобы предотвратить их взаимное воздействие и обеспечить правильное развитие. Затем бумага с семенами смачивалась фильтрованной водой, переворачивалась и помещалась в лабораторный стакан.

Чтобы обеспечить надёжность и точность результатов, каждый эксперимент проводился с двумя повторениями для каждой мощности. Все стаканчики с обработанными семенами размещались в лабораторный термостат при температуре 25°C и ежедневно смачивались для поддержания оптимальной влажности. На третий день после посева проводилось наблюдение за первым поклёвом, а на седьмой день подсчитывался общий прирост. Перед посевом семена подвергались различным видам предпосевной обработки, которые направлены на уничтожение фитопатогенных бактерий и грибковых поражений, насыщение семян полезными микроэлементами и активацию процессов прорастания.



Рисунок 1 – Размещение семян кукурузы на фильтровальной бумаге для эксперимента

Одним из эффективных методов предпосевной обработки является обработка семян сверхвысокочастотным электромагнитным полем (СВЧ), которое вызывает внутренний объемный нагрев семян. Внутренний нагрев семян крайне важен, так как он приводит в движение влагу, содержащуюся внутри семечка. Это активизирует внутренние биохимические процессы, способствующие выходу семени из состояния покоя. Вода проникает внутрь семени и растворяет некоторые запасные питательные вещества, делая их доступными для развивающегося зародыша.



Рисунок 2 – Эксперимент с проращиванием семян кукурузы в лабораторных условиях

При наличии воды активизируются ферментативные процессы, которые ускоряют переход нерастворимых в воде питательных веществ в форму, доступную для роста зародыша. В данной работе объектами исследования являлись семена кукурузы сорта «ДИЛШОД», которые подвергались предварительной обработке с использованием электромагнитного поля сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ). Эта обработка проводилась с учетом объема семян, определяемого в миллиметровом диапазоне волн внешнего воздействия, что позволяло детально исследовать влияние высокочастотного поля на их качество и свойства. Контрольные семена, не подвергавшиеся обработке, использовались для сравнения с обработанными образцами, что позволяло оценить эффективность применяемого метода. После обработки семена кукурузы были высажены и выращивались в лабораторных условиях, созданных для обеспечения оптимального роста и развития растений. Выращивание осуществлялось в рулонах при светопериоде 11/13 часов день/ночь, что обеспечивало необходимый режим освещения и темноты для нормального развития растений. Температурный режим в лаборатории поддерживался на уровне 23/25°C, что создавало комфортные условия для роста семян. Относительная влажность воздуха в помещении поддерживалась на уровне 85-90%, что позволяло

сохранять необходимую влажность почвы и предотвращало её пересыхание. Освещенность в помещении была установлена на уровне 120 $\mu\text{моль}/\text{м}^2\cdot\text{с}$, что обеспечивало достаточный световой поток для полноценного фотосинтеза и роста растений.

Результаты

Результаты эксперимента, в котором семена кукурузы обрабатывались микроволновым излучением в течение 5 секунд, показали значительное влияние этого метода на всхожесть и качество роста семян, что отражено в таблице 1.

Таблица 1– Влияние сверхвысокочастотного излучения с различной мощностью на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт "ДИЛШОД")

№	СВЧ-излучение	Дата обработки	Дата посева	Закладные семена (Шг.)	Энер. Прорас. на 3- день (Шг.)	Общ.всх. на 7-день (Шг.)	Длина корней (См.)	Длина пророст. (См.)	Кол. корн.(Шг.)	Масса корней (Гр.)	Масса пророста (Гр.)
Сверхвысокочастотное излучение (5сек)											
1	Контроль	20.02.2024	21.02.2024	20	9	18	24,1	15,6	3,7	12,7	21,7
2	СВЧ малая мощность			20	14	19	30	18,3	4	11,7	24,1
3	СВЧ средняя мощность			20	13	17	30,8	19,2	4,4	10,3	23,4
4	СВЧ большая мощность			20	11	20	28,1	17,6	4,2	23,4	24,8

При сравнении различных режимов мощности наилучшие результаты были достигнуты при малой мощности (87,5 Вт). В этой группе максимальное количество семян (14 из 20) проросло на третий день (70%), что значительно превышало показатели контрольной группы, где проросло только 9 семян (45%). На седьмой день общая всхожесть в этой группе составила 19 семян (95%).

Длина корней у семян, обработанных на малой мощности, достигала 30 см, а длина проростков — 18,3 см. Это свидетельствует о положительном влиянии данной обработки

на развитие корневой системы и общий рост растений. Количество корней увеличилось до 4, масса корней составила 11,7 г, а масса проростков — 24,1 г, что подтверждает эффективность этого режима обработки. Среди других режимов обработки средняя мощность (385 Вт) продемонстрировала стабильные результаты: 13 семян проросло на третий день (65%), а на седьмой день общая всхожесть составила 17 семян (85%). Хотя результаты немного уступали малой мощности, они все же показывали значительное улучшение по сравнению с контрольной группой.

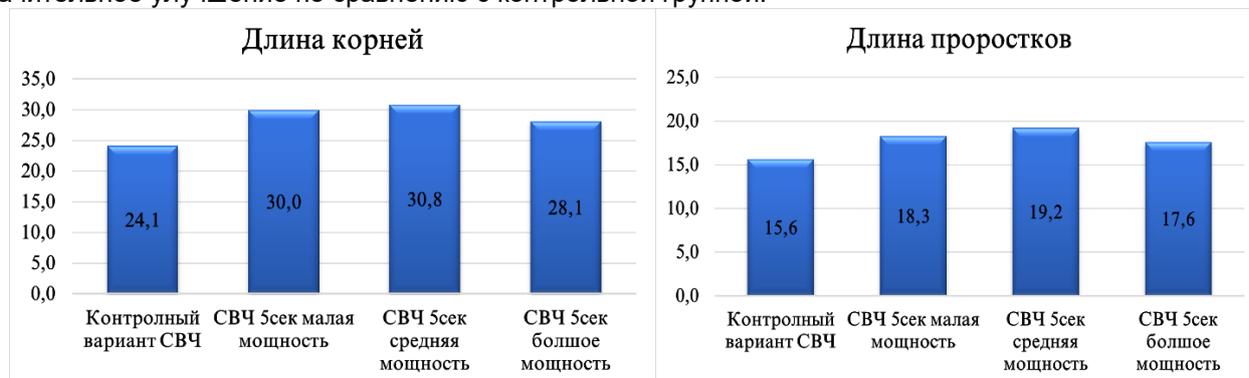


Рисунок 3 – Зависимость изменения длины корней и проростков семян кукурузы от мощности

Обработка на высокой мощности (525 Вт) показала интересные результаты: при 11 прорастающих семенах на третий день (55%) общая всхожесть составила 20 семян (100%). Это говорит о том, что высокая мощность способствует полному прорастанию, но может негативно сказываться на длине корней и проростков. Длина корней в этой группе составила 28,1 см, что ниже, чем у семян, обработанных на малой и средней мощностях. Таким образом, использование СВЧ-энергии для обработки семян кукурузы является эффективным методом повышения их всхожести и улучшения роста. Однако выбор оптимального режима обработки критически важен: малая мощность способствует лучшему развитию корневой системы, тогда как высокая мощность обеспечивает высокую всхожесть, но может ухудшать показатели роста. В дальнейшем рекомендуется проводить дополнительные исследования для определения оптимальных режимов обработки и изучения их воздействия на другие культуры.

Результаты эксперимента по обработке семян кукурузы СВЧ-излучением в течение 10 секунд показали различные эффекты в зависимости от режима мощности. В частности, были выявлены различия в энергии прорастания, общей всхожести, длине корней и проростков, а также в массе корневой системы и проростков. Все эти данные я представил в таблице 2, чтобы продемонстрировать влияние различных режимов мощности на ростовые характеристики семян.

Таблица 2 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с различной мощностью на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт "ДИЛШОД")

СВЧ-излучение		Дата обработки	Дата посева	Закл.семена (Шт.)	Энерг.прорас.на 3- день (Шт.)	Общая всх. на 7- день (Шт.)	Длина корней (См.)	Длина пророс. (См.)	Кол.корней (Шт.)	Масса корней (Гр.)	Масса пророста (Гр.)
Сверхвысокочастотное излучение (10сек)											
1	Контроль	20.02.2024	21.02.2024	20	6	14	27,2	15,6	3,8	12,7	21,5
2	СВЧ малая мощность			20	3	12	30,6	14,9	3,6	6,8	15,9
3	СВЧ средняя мощность			20	14	20	32,3	19,4	4,4	10,5	19,8
4	СВЧ большая мощность			20	9	18	29	18	3,5	7,2	21,9

В контрольной группе из 20 семян проросло 6 на третий день (30%), и на седьмой день общая всхожесть составила 14 семян (70%). Длина корней составила 27,2 см, а длина проростков — 15,6 см. Среднее количество корней — 3,8 шт., масса корней — 12,7 г, а масса проростков — 21,5 г. При обработке на малой мощности (87,5 Вт) результаты оказались менее удовлетворительными: 3 семени проросли на третий день (15%), общая всхожесть на седьмой день составила 12 семян (60%). Длина корней составила 30,6 см, что было максимальным значением среди всех режимов, но общий рост и масса оставались низкими.

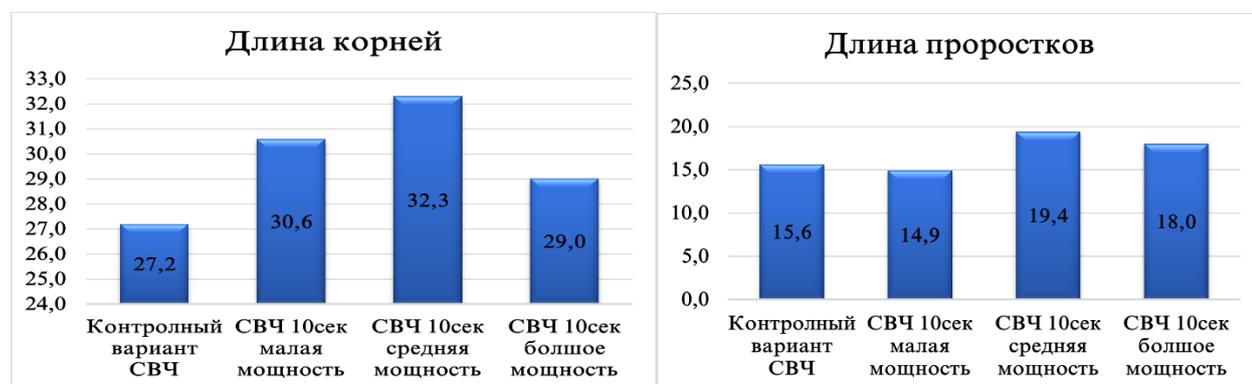


Рисунок 4 – Зависимость изменения длины корней и проростков семян кукурузы от мощности

Обработка на средней мощности (385 Вт) продемонстрировала наилучшие результаты: 14 семян проросло на третий день (70%), общая всхожесть достигла 20 семян (100%). Средняя длина корней

составила 32,3 см, длина проростков — 19,4 см. Это подтверждает, что средняя мощность является наиболее эффективной для стимулирования роста семян кукурузы. Высокая мощность (525 Вт) показала смешанные результаты: 9 семян проросло на третий день (45%), общая всхожесть составила 18 семян (90%). Длина корней составила 29 см, а длина проростков — 18 см, что также указывает на хорошее развитие, но не столь значительное, как при средней мощности.

Таким образом, применение СВЧ-энергии для обработки семян кукурузы эффективно, однако оптимальный режим мощности критически важен. Средняя мощность (385 Вт) наиболее благоприятно сказывается на всхожести и росте семян, в то время как малая мощность не показала положительных результатов. Высокая мощность обеспечила хорошую всхожесть, но длина корней и рост проростков были ниже, чем при использовании средней мощности. Рекомендуется дальнейшее исследование для оптимизации режимов обработки и изучения их воздействия на другие культуры.

Результаты эксперимента по обработке семян кукурузы СВЧ-излучением в течение 15 секунд показали существенное влияние различных режимов мощности на всхожесть и рост семян. В частности, были замечены значительные изменения в скорости прорастания, общей всхожести, а также в ростовых показателях, таких как длина корней и проростков. Я собрал эти результаты в таблицу 3, чтобы наглядно продемонстрировать эффект каждого режима мощности.

Таблица 3 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с различной мощностью на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт "ДИЛШОД")

СВЧ-излучение		Дата обработки	Дата посева	Заклад. семена (Шт.)	Энерг. Прорас. на 3- день (Шт.)	Общая всх. на 7- день (Шт.)	Длина корней (См.)	Длина пророс. (См.)	Кол. корней (Шт.)	Масса корней (Гр.)	Масса пророста (Гр.)
Сверхвысокочастотное излучение (10сек)											
1	Контроль	20.02.2024	21.02.2024	20	6	14	27,2	15,6	3,8	12,7	21,5
2	СВЧ малая мощность			20	3	12	30,6	14,9	3,6	6,8	15,9
3	СВЧ средняя мощность			20	14	20	32,3	19,4	4,4	10,5	19,8
4	СВЧ большая мощность			20	9	18	29	18	3,5	7,2	21,9

Контрольная группа показала, что из 20 семян на третий день проросло 11 (55%), а на седьмой день общая всхожесть составила 16 семян (80%). Средняя длина корней составила 29,1 см, длина проростков — 18,8 см. Среднее количество корней составило 4,1 шт., масса корней — 8,6 г, а масса проростков — 16,8 г.

При обработке на малой мощности (87,5 Вт) наблюдалось заметное улучшение результатов: 19 семян проросло на третий день (95%), а общая всхожесть достигла 20 семян (100%). Длина корней составила 31,2 см, а длина проростков — 20,3 см, что говорит о высокой эффективности данного режима обработки. Количество корней увеличилось до 4,4 шт., масса корней составила 7,24 г, а масса проростков достигла 15,4 г.

Обработка на средней мощности (385 Вт) показала более скромные результаты: 13 семян проросло на третий день (65%), а общая всхожесть составила 18 семян (90%). Длина корней составила 30,9 см, длина проростков — 18,6 см. Количество корней составило 4,3 шт., масса корней — 10,7 г, а масса проростков — 22,1 г.

При использовании высокой мощности (525 Вт) результаты оказались менее удовлетворительными: 9 семян проросло на третий день (45%), общая всхожесть составила 17 семян (85%). Длина корней составила 24,2 см, а длина проростков — 14,4 см. Среднее количество корней снизилось до 3,1 шт., масса корней составила 9,3 г, а масса проростков — 16,2 г (Таблица 4).

Таблица 4 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с различной мощностью на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт "ДИЛШОД")

№	СВЧ-излучение	Дата обработки	Дата посева	Закл. семена (Шт.)	Энерг, прораст, на 3- день (Шт.)	Общая всх, на 7- день (Шт.)	Длина корней (См.)	Длина пророст, (См.)	Кол. корней (Шт.)	Масса корней (Гр.)	Масса пророста (Гр.)
Сверхвысокочастотное излучение (15сек)											
1	Контроль	20.02.2024	21.02.2024	20	11	16	29,1	18,8	4,1	8,6	16,8
2	СВЧ малая мощность			20	19	20	31,2	20,3	4,4	7,2	15,4
3	СВЧ средняя мощность			20	13	18	30,9	18,6	4,3	10,7	22,1
4	СВЧ большая мощность			20	9	17	24,2	14,4	3,1	9,3	16,2

Таким образом, обработка семян кукурузы СВЧ-энергией является эффективным методом повышения всхожести и качества роста. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании малой мощности (87,5 Вт), которая способствовала максимальной всхожести и развитию семян. Средняя мощность (385 Вт) показала удовлетворительные результаты, но не обеспечила столь высоких показателей, как малая мощность. Высокая мощность (525 Вт) привела к снижению показателей роста, что указывает на необходимость оптимизации режима обработки для достижения наилучших результатов в будущих исследованиях.

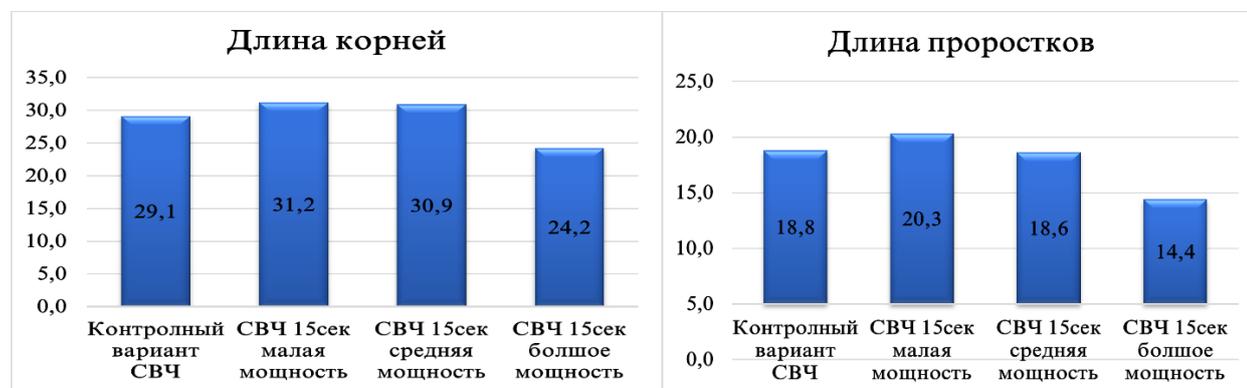


Рисунок 4 – Зависимость изменения длины корней и проростков семян кукурузы от мощности

Результаты эксперимента по обработке семян кукурузы СВЧ-излучением в течение 20 секунд подтвердили, что выбор режима мощности играет ключевую роль в достижении оптимальной скорости всхожести и роста семян. В таблице 5 представлены данные, которые иллюстрируют, как различные режимы мощности влияют на эти показатели, подчеркивая важность правильной настройки параметров обработки.

В контрольной группе из 20 семян проросло 12 на третий день (60%), а общая всхожесть на седьмой день составила 15 семян (75%). Средняя длина корней составила 29,1 см, длина проростков — 17,6 см, количество корней — 3,9 шт., масса корней — 7,2 г, а масса проростков — 15,4 г (Таблица 5).

Таблица 5 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с различной мощностью на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт "ДИЛШОД")

№	СВЧ-излучение	Дата обработки	Дата посева	Закл.семена (Шт.)	Энерг. Прорас. на 3- день (Шт.)	Общая всх. на 7- день (Шт.)	Длина корней (См.)	Длина прор.(См.)	Кол. корней (Шт.)	Масса корней (Гр.)	Масса пророста (Гр.)
Сверхвысокочастотное излучение (20сек)											
1	Контроль	20.02.2024	21.02.2024	20	12	15	29,1	17,6	3.9	7.2	15.4
2	СВЧ малая мощность			20	16	17	32,1	18.8	4.1	7,24	21.3
3	СВЧ средняя мощность			20	14	19	31.9	20	4.4	10.8	23.1
4	СВЧ большая мощность			20	9	14	25.1	18.6	3.7	8.64	18.5

При обработке на малой мощности (87,5 Вт) результаты улучшились: 16 семян проросло на третий день (80%), общая всхожесть достигла 17 семян (85%). Длина корней увеличилась до 32,1 см, длина проростков составила 18,8 см, а количество корней — 4,1 шт. Масса корней составила 7,24 г, а масса проростков — 21,3 г. Это указывает на высокую эффективность данного режима обработки.

Обработка на средней мощности (385 Вт) показала положительные результаты: 14 семян проросло на третий день (70%), а общая всхожесть составила 19 семян (95%). Длина корней составила 31.

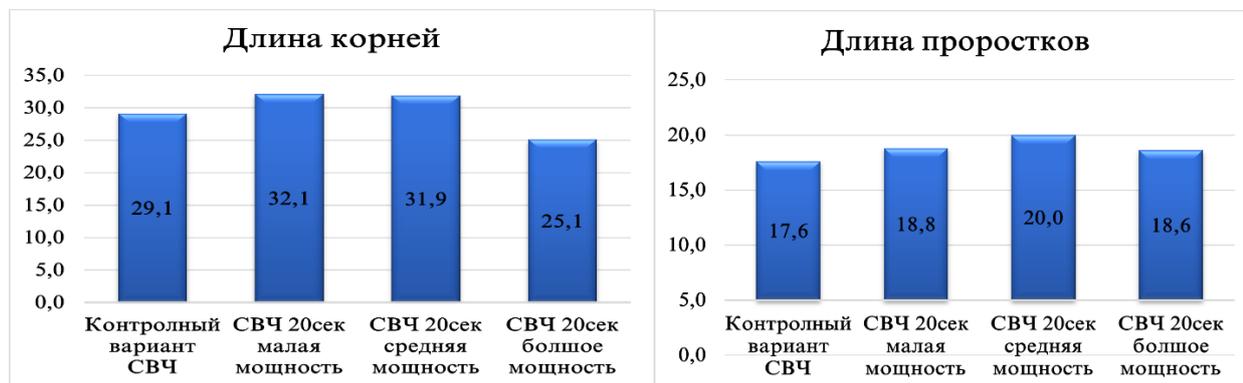


Рисунок 5 – Зависимость изменения длины корней и проростков семян кукурузы от мощности

Заключение

Проведенные эксперименты по обработке семян кукурузы с использованием сверхвысокочастотного излучения (СВЧ) показали значительное влияние этого метода на всхожесть и рост семян. Наилучшие результаты достигнуты при малой мощности (87,5 Вт) в течение 15-20 секунд, где наблюдалась максимальная всхожесть и улучшение роста семян. Средняя мощность (385 Вт) также показала хорошие результаты, но уступала малой мощности в эффективности. Высокая мощность (525 Вт) обеспечила высокую всхожесть, но отрицательно сказалась на длине корней и проростков.

Применение СВЧ-энергии доказало свою эффективность в повышении всхожести и улучшении роста семян кукурузы. Однако выбор оптимальных параметров мощности и времени обработки является критически важным для достижения наилучших результатов. В будущем рекомендуется проводить дополнительные исследования для оптимизации режимов обработки и изучения их воздействия на другие культуры.

Рецензент: Хақёров И.З. – к.т.н., и.о. дотсента, заведующий кафедрой физики и технических дисциплин Технологического университета Шаджиқистана.

Литература

1. Чирков А. И., Богун В. П. / Использование СВЧ-энергии для предпосевной обработки семян. 2010. С. 34-39.

2. Кондратенко Е. П., Соболева О. М., Егорова И. В., Вербицкая Н. В. / Изменение качества зерна пшеницы под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2015, № 5 (127), С. 29-33.
3. Бастрон А. В., Заплетина А. В., Логачёв А. В. / Обзор СВЧ-установок для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур. 2015. С. 73.
4. Пушкина Н. В., Шиманский Л. П., Курченко В. П. / Влияние различных режимов предпосевной обработки электромагнитным полем сверхвысокоочастотного диапазона на всхожесть кукурузы. Труды БГУ, 2014, т. 9, ч. 2, С. 203-208.
5. Пушкина Н. В., Курченко В. П. / Влияние предпосевной электромагнитной обработки на всхожесть семян кукурузы. Труды БГУ, 2014, т. 9, ч. 2, С. 198.
6. Пушкина Н. В., Абарова Е. Э., Ритвинская Е. М. / Влияние различных видов предпосевной обработки семян на зерновую продуктивность кукурузы (*Zea Mays L.*). Беларусь, 2019. С. 121.
7. Солихова М. И., Курзина И. А., Ходжазода Т. А., Ходжаев А. Т. / Действие барьерного разряда при атмосферном давлении на физические и морфологические свойства сорта пшеницы "Навруз". Томск, 2024. С. 43
8. Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А., Долов М. С., Зотов А. А. / Влияние электромагнитной обработки на посевные качества семян кукурузы. Пятигорск, 2019. С. 13.
9. Янушко С. В. / Приемы повышения посевных качеств семян бобовых трав. Мелиорация, 2010, № 1(63), С. 181-186.
10. Логачева Е. А., Жданов В. Г. / Обследование рабочего места оператора СВЧ установки по предпосевной обработке семян. 2017. С. 4.
11. Туйчиева Д. М. / Влияние СВЧ-энергии на белковый состав зерна пшеницы. Узбекистан, 2021, № 10. С. 2-3.
12. Марков Д. В., Терещенко А. И. / Электрофизическое методы исследования некоторых биологических объектов. Радиотехника, 2001, вып. 121, С. 181-182.
13. Шамгунов И. И., Степура А. В. / Исследование влияния предпосевого СВЧ воздействия на морфологические показатели прорастающих семян яровой пшеницы. Инженерный вестник Дона, 2017, № 2, С. 1-5.
14. Ходжаев А. Т., Курзина И. А., Ходжазода Т. А., Солихова М. И., Дайбова Е. Б. / Действие барьерного разряда при атмосферном давлении на энергию прорастания и всхожесть хлопчатник сорта «Флора» в открытом грунте. Душанбе, 2024. С. 100-108.
15. Ходжаев Т. А., Муллоев Н. У. / Предпосевные физические методы воздействия на семена растений (обзор). Вестник Таджикского национального университета, 2018, № 4, С. 59.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ-INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Назирова Фирдавс Мирзорахматуллоевич	Назирова Фирдавс Мирзорахматуллоевич	Nazirov Firdavs Mirzorahmatulloevich
Доктор PhD	Доктор PhD	Doctor PhD
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Национальный университет Таджикистана	National University of Tajikistan
TJ	RU	EN
Ходжазода Тоир Абдулло	Ходжазода Тоир Абдулло	Khojazoda Toir Abdullo
н.и.ф.-м., профессор	к.ф.-м.н., профессор	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Национальный университет Таджикистана	National University of Tajikistan

УДК: 378.2

ИСТИФОДАИ ЭЛЕМЕНТҲОИ АЛГЕБРАИ ХАТТӢ ДАР ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲОИ ФИЗИКӢ Ф. Чалилов, Н.О. Бобоҷонова

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

Усулҳои гуногуни ҳалли масъалаҳои физикӣ мавҷуданд, ба монанди, аналитикӣ, синтетикӣ, графикӣ, ки онҳоро дар раванди таълим хеле васеъ истифода мебарем. Вобаста ба шарт, дараҷаи мушкилии масъала ва талаботҳои пурсидашаванда яке аз ин тарзҳои интихоб намуда, барои ба мақсади ниҳой расидан чораҳо меандешем. Дар мақолаи мазкур истифодаи системаи ду муодилаҳои алгебраии хаттии тартиби дуҷум бо методҳои гузориш ва Крамерро дар масъалаҳои физикӣ нишон медиҳем. Барои занҷирҳои соддаи як контурдошта, ки муайян кардани ду номаълум лозим меояд, методҳои гузориш ва Крамерро истифода бурдан мумкин аст. Ин кӯшиш бомуваффақият ба анҷом расид ва натиҷа интизориро гузафт, яъне гечиш ба амал наомад. Ҳисобкуниҳо нишон доданд, ки ҳарду методро истифода бурда натиҷаҳои яхела ба даст овардем, бузургҳои номаълуми дар шартҳои масъала додари бо муваффақият муайян намудем. Натиҷаҳои гирифта гувоҳӣ ба он медиҳад, ки усулҳои номбаршуда дар ҳал кардани масъалаҳои оиди занҷирҳои электрикӣ қисми параллел дошта хеле хуб татбиқшаванда мебошад.

Калимаҳои калидӣ: алгебраи хаттӣ, системаи муодилаҳо, қитъаи занҷир, ҷараёни хусусӣ, умумӣ, нуқтаи шохаронӣ, занҷири электрикӣ, муқовимат, пайвасти параллел ва пайдарпай.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Ф. Джалилов, Н.О. Бободжонова

Существуют различные способы решения физических задач, такие как, аналитический, синтетический, графический, качественный и т. д. где успешно используются в зависимости от условия задачи и степени сложности и характера сложности искомой величины. Правильный выбор способа решения является залогом получения убедительного ответа.

В зависимости от условия и степени сложности задачи выберем один из выше приведенных методов для получения убедительных результатов. В представляемой работе для публикации умело использованы математические методы решения, как метод постановки и Крамера для получения достоверных результатов. Полученные результаты показывают, что и при использовании метода постановки и Крамера получили идентичные результаты. Для несложных цепей состоящих из минимальных числа цепей можно с успехом использовать представляемые методы для получения достоверных результатов. Здесь и математические методы, как всеобъемлющий метод, можно использовать в получении величины токов, сопротивлений и ЭДС-ов в контуре. Вычисления показали, что используя оба метода, постановки и Крамера получили идентичные результаты удовлетворяющие условиям задачи. Таким образом, представляемые методы, постановки и Крамера успешно можно использовать для несложных цепей содержащих параллельный участок.

Ключевые слова: линейная алгебра, участок(часть) цепи, частные токи, общие токи (удельный ток), точка разветвления, электрическая цепь, сопротивление, параллельное соединения.

USE OF LINEAR ALGEBRA ELEMENTS IN SOLVING PHYSICAL PROBLEMS

F. Jalilov, N.O. Bobojonova

There are various ways to solve physical problems, such as analytical, synthetic, graphical, qualitative, etc. etc., where it is successfully used depending on the condition of the problem and the degree of complexity and the nature of the complexity of the desired value. The correct choice of the solution method is the key to obtaining a convincing answer.

Depending on the condition and the degree of complexity of the task, we will choose one of the above methods to obtain convincing results. In the presented work for publication, mathematical methods of solution are skillfully used, as a method of setting and Cramer to obtain reliable results. The results obtained show that when using the method of setting and Cramer, they received identical results. For simple circuits consisting of a minimum number of circuits, the presented methods can be successfully used to obtain reliable results. Here, mathematical methods, as a comprehensive method, can be used to obtain the magnitude of currents, resistances and EMFs in the circuit. Precision calculations showed that using both methods, the formulations and Cramer obtained identical results that satisfy the conditions of the problem. Thus, the presented methods, setting and Cramer can be successfully used for simple circuits containing a parallel section.

Keywords: Linear algebra, section (part) of the circuit, partial currents, total currents (specific current), branch point, electric circuit, resistance, parallel connection.

Ҳалли масъалаҳои физикию математикӣ хусусиятҳои хос ва мушахасси худро дорад, ки бе риояи онҳо ҳал кардани масъалаҳо аз ҳамаи бобҳои омӯзиши фан ғайриимкон мешавад. Аз ин сабаб донишҷӯи қоида ва қонунҳои махсуси мавзӯ ва боб асоси муваффақиятҳои оиди ноил шудан ба натиҷаҳои саҳеҳ мегардад.

Ҳангоми дида баромадани пайвасти муқовиматҳо ҳам ба намуди пай дар пай ва ҳам ба намуди параллел барои муайян кардани баъзе бузургҳои аз ҷумла ҷараёнҳо ё муқовиматҳо афтиши шиддати тавониҳои дар ин қитъаҳо ҷудошаванда, қоидаҳои маъмулро истифода набурда ба натиҷаи ниҳии илмию амалидошта, ноил мегардем.

Ҳар як боб ва параграфҳои қоидаҳои махсуси худро дорад: масалан ҳангоми пайдарпай ё параллел пайвасти кардани муқовиматҳо чунин қоидаҳои фарқкунанда амал мекунанд:[1]

Пайвасти пайдарпай:

а) Дар ин намуди пайвасти ҷараёни аз муқовиматҳо ҷоришаванда яхела мебошанд:

$$I_1 = I_2 = I_3. \quad (1)$$

б) Афтиши шиддати умумии дар муқовиматҳо ба суммаи афтиши шиддатҳои хусусии дар ҳар як муқовимат баамалоянда баробар аст:

$$U = U_1 + U_2 + U_3. \quad (2)$$

Ин баробариҳо ба намуди зерин ҳам навишта метавонем.

$$U = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_1 R_3. \quad (3)$$

Аз сабаби ҷараёни аз муқовиматҳо гузаранда якхела будан, мо ба муқовиматҳои R_1, R_2, R_3 ҷараёни I_1 -ро зарб намудем. Метавонем I_2 ё I_3 ро зарб намоем, чунки онҳо байни худ баробаранд.

Пайвасти параллел:

а) Дар ин намуди пайваст ҷараёни аз муқовиматҳо гузаранда ба бузургии муқовимат чаппа (аз муқовимати калон ҷараёни бузургиаш хурд ва аз муқовимати хурд ҷараёни бузургиаш калон мегузарад) мутаносиб мебошанд ва ҷараёни умумӣ ба суммаи ҷараёнҳои аз муқовиматҳо гузаранда баробар аст.

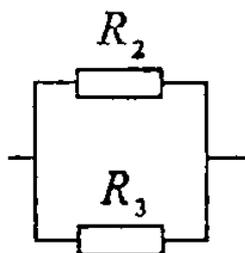
$$I = I_1 + I_2 + I_3. \quad (4)$$

б) Афтиши шиддат дар охири муқовиматҳои пайвасти параллел байни ҳам баробаранд.

$$U_1 = U_2 = U_3 \text{ ё ки } I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3. \quad (5)$$

Ҷиҳатҳои фарқкунандаи пайвасти параллел ва пай дар пайро ба хотир оварда, то кадом дараҷа барои муайян кардани бузургиҳои номаълум, аз ҷумла ҷараён, афтиши шиддатҳои хусусӣ ва умумӣ ин қоидаҳо мусоидат мекунанд, дида мебароем. Истифодаи ин қоидаҳо ва қонунҳои ҷараёни ҳалро содда гардонидани ба равшангардии мақсад ва вазифаи масъалаи додашуда кӯмак мерасонад. Ин гуфтаҳо барои тасдиқ намудан масъалаи зеринро дида мебароем.

Масъалаи 1. Дар расми 1 қитъаи занҷир тасвир карда шудааст ва дар ин қитъа бузургии ҷараён ва тавоноҳои ҷудошавандаро дар муқовиматҳои $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ва $R_3 = 30 \text{ Ом}$ муайян намоед, агар амперметр ҷараёни 5 А – ро нишон дода истода бошад [2].



Расми 1– Пайвасти параллелии ноқилҳо

Барои ин масъаларо ҳал намудан қоидаҳои фарқкунандаро ҳангоми пайвасти параллел нисбат ба пайвасти пай дар пай дида мебароем. Дар пайвасти пай дар пай:

а) Бузургии ҷараёнҳои аз муқовиматҳои пай дар пай пайваст гузаранда якхела мебошанд (расми 2)

$$I = I_1 = I_2. \quad (6)$$

б) Афтиши шиддати умумии дар қитъаи пайдарпай пайваст ба суммаи афтиши шиддатҳо дар муқовиматҳо баробар мешавад.

$$U = U_1 + U_2. \quad (7)$$



Расми 2 – Пайвасти пайдарпайи ноқилҳо

Ҷиҳати фарқкунандаи пайвасти параллел аз пайвасти пай дар пай аз он иборат аст, ки:

а) афтиши шиддат дар охири муқовиматҳои R_2 ва R_3 $U_2 = U_3$ бо ҳам баробаранд.

$$I = I_1 = I_2,$$

б) ҷараёни умумӣ аз амперметр гузаранда I_A ба суммаи ҷараёнҳои аз муқовиматҳои R_2 ва R_3 гузаранда I_2 ва I_3 баробар мешавад.

$$I_A = I_2 + I_3. \quad (8)$$

Бояд қайд намуд, ки ҷараёни аз муқовиматҳо гузаранда ба муқовиматҳои пайвасти параллел мутаносибан чаппа тақсим мешаванд, яъне аз муқовимати калон ҷараёни хурдтар ва аз муқовимати хурд

чараёни калонтар мегузаранд. Яке аз сабабҳои бо ҳам баробар будани афтиши шиддатҳо $U_2 = U_3$ дар охири муқовиматҳои R_2 ва R_3 иборат мебошад, чунки аз рӯи формулаи $U = I \cdot R$ афтиши шиддат дар муқовиматҳо муайян карда мешуд [3].

Аз муҳокимарониҳо маълум мегардад, ки барои ҳал намудани масъалаи пешниҳодшуда аз қоида ва қонунҳои пайвасти параллелии муқовиматҳо истифода барем хуб мешавад. Шартҳои а) ва б)-ро ба инобат гирифта мо ду муодилаи дуномаълума сохтем.

$$I_2 R_2 = I_3 R_3. \quad (9)$$

Ба муодилаҳои (8) ва (9) назар афканда, мебинем, ки онҳо дар ҳақиқат дуномаълума мебошанд. Номаълумҳо ин ҷо I_2 ва I_3 мебошанд. Яке аз номаълумҳоро аз муодилаи (8) муайян намуда, ба муодилаи (9) мегузорем. Аз муодилаи (8) истифода бурда I_2 -ро муайян мекунем.

$$I_2 = I_A - I_3. \quad (10)$$

Қиммати I_2 -ро аз муодилаи (10) ба муодилаи (9) гузошта ҳосил мекунем.

$$(I_A - I_3) R_2 = I_3 R_3 \quad (11)$$

Амали табдилдиҳии алгебравиро истифода бурда ҳосил намудем.

$$I_A R_2 = I_3 R_2 + I_3 R_3 \quad (12)$$

Аз ин ҷо

$$I_3 = \frac{I_A R_2}{R_2 + R_3}. \quad (13)$$

Дар формулаи (10) мебинем, ки ҳамаи бузургиҳои физикӣ дода шудаанд. Дурустии формуларо месанҷем

$$I_3 = \frac{I_A R_2}{R_2 + R_3} = \frac{A \cdot O_m}{O_m + O_m} = \frac{A \cdot O_m}{O_m} = A = I.$$

Пас аз дурустии формуларо санҷидан ба формулаи (13) қимматҳои ададии бузургиҳои физикиро гузошта, қиммати ададии I_3 –ро муайян менамоем:

$$I_3 = \frac{I_A R_2}{R_2 + R_3} = I_3 = \frac{5 \cdot 20}{20 + 30} = \frac{100}{50} = 2 \text{ A.}$$

$$I_3 = 2 \text{ A}$$

Барои муайян кардани I_2 аз формулаи (10)

$$I_2 = I_A - I_3$$

истифода мебарем

$$I_2 = I_A - I_3 = 5 - 2 = 3 \text{ A.}$$

Пас, аз ҳисобкуниҳо маълум шуд, ки $I_2 = 3 \text{ A}$ ва $I_3 = 2 \text{ A}$.

Тавре дар боло қайд карда шуд, муқовиматҳо ва чараёнҳои аз онҳо гузаранда байни ҳам мутаносиби чаппа буданд, ки онро месанҷем. Барои ин амалро иҷро кардан аз муодилаи (10) истифода мебарем:

$$I_2 R_2 = I_3 R_3,$$

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2},$$

$$\frac{3}{2} = \frac{30}{20},$$

$$1,5 = 1,5.$$

Аз натиҷаи ҳосилшуда маълум мегардад, ки хулосаи баровардаамон дуруст будааст. Яъне, чараёнҳои аз муқовиматҳо гузаранда ба нисбати муқовиматҳои ин қитъаҳо баробар будаанд.

Ҳосил кардани ин натиҷа барои дарк кардани масъала ба пуррагӣ мусоидат мекунад ва барои инкишоф додани фаҳмиши мантиқии донишҷӯёну, хонандагон мусоидат менамояд. Инчунин ба фарогиршавии дониши умумитехникии онҳо роли муҳим мебозад.

Масъалаи дар боло овардашударо бо истифодаи яке аз методи ҳалли системаи ду муодилаҳои алгебравии хаттӣ (СМАХ-2) усули гузориши математикӣ ҳал намудем ва ин гувоҳӣ бар он медиҳад, ки масъалаҳои физикиро бо методҳои математикӣ низ ҳал кардан мумкин будааст. Ин ҷо мо усули дигари ҳал, методи Крамерро истифода бурда масъалаи мазкурро ҳал карданамон мумкин аст.

Ҳангоми ҳалли масъалаҳо бо методи Крамер аз формулаҳои маъмули математикӣ, ки дар алгебраи хаттӣ маълум аст, истифода мебарем. Барои ин аввал системаи муодилаҳо дар намуди умумӣ нишон медиҳем, ки он чунин намудро дорад:

$$\begin{cases} a_{11}x + a_{12}y = b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y = b_2 \end{cases}$$

Чунин ишораҳои зеринро дохил мекунем:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}, \quad (14)$$

$$\Delta x = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}, \quad (15)$$

$$\Delta y = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}. \quad (16)$$

Барои ёфтани қимати тағйирёбандаҳои x ва y мувофиқан аз формулаҳои зерин истифода мебарем:

$$x = \frac{\Delta x}{\Delta}, y = \frac{\Delta y}{\Delta}. \quad (17)$$

Формулаи мазкурро формулаи Крамер меноманд:

Барои ҳалли масъалаи додашуда бо методи Крамер пеш аз ҳама қимати се муайянкунандаҳо аз рӯи системаи муодилаи додашуда ёфта, тағйирёбандаҳои I_2 ва I_3 – ро меёбем.

$$\begin{aligned} I_A &= I_2 + I_3, \\ I_A R_2 &= I_2 R_2 + I_3 R_3. \end{aligned}$$

Қиматҳои бузургҳои дар шarti масъала додашуда ба муодилаҳои ҳосил кардаамон гузашта ҳосил кардан мумкин аст.

$$\begin{cases} 5 = I_2 + I_3 \\ 5 \cdot 20 = I_2 \cdot 20 + I_3 \cdot 30, \end{cases} \quad \begin{cases} 5 = I_2 + I_3 \\ 100 = I_2 \cdot 50, \end{cases} \quad \begin{cases} I_2 + I_3 = 5 \\ 50I_3 = 100, \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 50 \end{vmatrix} = 1 \cdot 50 - 1 \cdot 0 = 50 - 0 = 50;$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 100 & 50 \end{vmatrix} = 5 \cdot 50 - 1 \cdot 100 = 250 - 100 = 150;$$

$$\Delta I_3 = \begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 0 & 100 \end{vmatrix} = 1 \cdot 100 - 5 \cdot 0 = 100 - 0 = 100;$$

$$I_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta} = \frac{150}{50} = 3A;$$

$$I_3 = \frac{\Delta I_3}{\Delta} = \frac{100}{50} = 2A.$$

Ҳамин тариқ маълум гашт, ки бо истифодаи методи Крамер низ натиҷаи яхеларо ба даст овардем. Аз ин ҷо ба чунин хулоса меоем, ки дар ҷараёни ҳал агар сохтани муодилаҳои ду ё сеномаълума зарурӣ ҳосил шавад, мо метавонем методи Крамерро низ бо муваффақият истифода барем.

Тавре мебинем методи математикии ҳалли масъалаҳои физикиро ба роҳ мондана мон мумкин будааст, яъне методи гузориш ва Крамерро бе ягон монеа дар ҳосил намудани натиҷаҳои ниҳой истифода бурдана мон мумкин будааст.

Хулоса

- Дар ҳалли масъалаҳои физикӣ методҳои математикии иҷрокунӣ аҳамияти хоса ва тасдиқкунандаро дорад.
- Барои занҷири на он қадар мураккаби муқаррарии дар амалияи ҳаррӯза дучоршаванда методи гузориш ва Крамерро бо муваффақият истифода бурдана мон мумкин будааст.
- Натиҷаи ҳисобкунӣ нишон дод, ки ҳам бо методи гузориш ва ҳам бо методи Крамер натиҷаи яхела ҳосил карда шуд.
- Истифодаи усулҳои гуногуни математикӣ дар ҳалли масъалаҳои физикӣ барои баланд бардоштани имкониятҳои эҷодии хонандагону донишҷӯён мусоидат менамояд.
- Дараҷаи азхудкунии мавзӯ ва баамалории малакаи илмии дарккуниро васеъ мегардонад.

Муқаррир: Курбоншоев С.З. – д.и.ф.-м., профессори Донишгоҳи (Славянии) Россияву Шочикистон.

Адабиёт

1. Перышкин А. В. Учебник для общеобразовательных учреждений 10 класс. М.: Экзамен 2017. С.271
2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов /. — 11-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 560 с.
3. <https://odinelectric.ru/theory/circuits/parallelnoe-i-posledovatelnoe-soedinenie> [манбаи электронӣ]
4. Белецкий А. Ф. Теория электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1986.-544с.

5. Зевеке Г. В., Ионкин И. А., Нетушил А. В., Страхов С. В. Основные теории цепей. 5-е издание. Энергоиздательство, 1989.-
6. Раҳимов А.А., Мирзоев Д.Н., Бобочонова Н.О. Истифодаи барномаҳои MATHCAD ва MULTISIM дар раванди омӯзиши модели математикии функсияҳои мураккаб ва занҷирҳои электрикӣ аз ҷанни математика барои муҳандисон / А.А. Раҳимов, Д.Н. Мирзоев, Н.О. Бобочонова // Вестник Таджикского национального университета. Серия: Педагогика. – 2021. №5. С. 282-290. Бакалов В. П., Воробийенко П. П., Крук Б. Н. Теория электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1998.-444с.
7. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. - М.: Высшая школа, 2002.
8. Воробийенко П. И. Теория электрических цепей. Сборник задач и упражнений. - М.: Радио и связь, 1989.- 328с.
9. Шебес М.Р., Каблукова М. В. Задачник по теории линейных электрических цепей. Учебное пособие для вузов. 4-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа. 1990. - 544с.
10. Добротворский И. Н. теория электрических цепей. Учебное пособие для техникумов. – М.: Радио и связь, 1939. – 472с.
11. Добротворский И. Н. теория электрических цепей. Лабораторная практика. Учебное пособие для техникумов. – М.: Радио и связь 1990. – 200с.
12. Бакалов В. П., Крук Б.И., Журавлев О.Б. Основные теории цепей. Компьютерный тренажерный комплекс: Учебное пособие для вузов: - М.: Радио и связь, 2002. – 288с.
13. Фрикс В. В. Основы теории цепей. Учебное пособие. – М.: ИП Радио СОФТ, 2002. – 288с.

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

TJ	RU	EN
Чалилов Файзулло	Джалилов Файзулло	Jalilov Faizullo
н.и.ф-м., дотсент	к.ф-м.н., доцент.	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими в г. Худжанд	Polytechnic Institute of Tajik Technical University by academician M.S. Osimi in Khujand
E-mail:		
TJ	RU	EN
Бобочонова Нилуфархон Одилхочаевна	Бободжонова Нилуфархон Одилхочаевна	Bobojonova Nilufarkhon Odilkhojaevna
ассистент	ассистент	assistant
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими в г. Худжанд	Polytechnic Institute of Tajik Technical University by academician M.S. Osimi in Khujand
E-mail: bobojonovanilufar9@gmail.com		

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

УДК 621.39

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МУЛЬТИДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСЕВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА ИНФОРМАЦИИ

Б.Б. Саидов, И. Саъдулло, Д.А. Абдурасулов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Настоящая работа посвящена анализу мультидиэлектрических концентраторов и осевых антенн. В первую очередь, следует отметить, что мультидиэлектрические концентраторы и освоение антенн являются способом увеличения эффективной площади антенны, что позволяет значительно повысить ее дальность и точность. Целью работы является разработка концентратора излучения антенн на основе мультидиэлектрических осевых элементов, позволяющий увеличить направленность антенного излучения и повысить усиление сигнала в заданном направлении. На основе компьютерных моделирований, приведенных в таблице и анализа графических данных, можно сделать вывод, что: наибольшие коэффициенты усиления для одних цилиндрических концентраторов $G=12,2$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц; наибольшие коэффициенты усиления для двух цилиндрических концентраторов $G=13,6$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц; наибольшее коэффициенты усиления для трех цилиндрических концентраторов $G=14,4$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц.

Ключевые слова: мультидиэлектрические, освоение антенн, высокая точность, современные системы связи.

ТАҶИЯИ МОДЕЛИ АНТЕННАҶОИ МУЛТИДИЭЛЕКТРИКИИ МЕҶВАРӢ БАРОИ ИНТИҚОЛ ВА ҚАБУЛИ МАЪЛУМОТҶО

Б.Б. Саидов, И. Саъдулло, Д.А. Абдурасулов

Кори мазкур ба таҳияи концентраторҳои мултидиэлектрикӣ ва антеннаҳои меҳварӣ бахшида шудааст. Ҳаминро бояд қайд намоем, ки концентраторҳои мултидиэлектрикӣ ва антеннаҳои меҳвари усули зиёд кардани масоҳати самарабахши антенна мебошанд, дар натиҷа дурӣ ва дақиқии онро хеле зиёд карда метавонанд. Мақсади кор таҳияи концентратори афканандаи антенна дар асоси элементҳои меҳварӣ мултидиэлектрикӣ мебошад, ки қобилияти зиёд намудани самти афканандаи антенна ва пурқувваткунии сигналҳоро дар самти додасуда доро мебошад. Дар асоси моделони компютерӣ, ки дар ҷадвал нишон дода шудаанд ва таҳлили маълумотҳои графикӣ ба ҳулосае омадан мумкин аст, ки баландтарин коэффисиенти пурқувваткунӣ барои концентраторҳои як цилиндрӣ $G = 12,2$ дБ дар басомади $f = 4,2$ ГГц; баландтарин коэффисиенти пурқувваткуни барои ду цилиндрӣ $G = 13,6$ дБ дар басомади $f = 4,2$ ГГц; баландтарин коэффисиенти пурқувваткуни барои се цилиндрӣ $G = 14,4$ дБ дар басомади $f = 4,2$ ГГц аст.

Калидвожаҳо: мултидиэлектрикӣ, рушди антеннаҳо, дақиқии баланд, системаҳои муосири алоқа.

DEVELOPMENT OF A MODEL OF A MULTI – DIELECTRIC AXIAL ANTENNA FOR TRANSMITTING AND RECEIVING INFORMATION

B.B. Saidov, I. Sadullo, D.A. Abdurasulov

This paper is devoted to the analysis of multi-dielectric concentrators and axial antennas. First of all, it should be noted that multi-dielectric concentrators and antenna development are a way to increase the effective area of the antenna, which allows to significantly increase its range and accuracy. The aim of the work is to develop an antenna radiation concentrator based on multi-dielectric axial elements, which allows increasing the directivity of antenna radiation and increasing the signal gain in a given direction. Based on the computer simulations shown in the table and the analysis of the graphical data, it can be concluded that: the highest gain factors for one cylindrical concentrator $G= 12.2$ dB at a frequency of $f=4.2$ GHz; the highest gain factors for two cylindrical concentrators $G= 13.6$ dB at a frequency of $f=4.2$ GHz; the highest gain factors for three cylindrical concentrators $G= 14.4$ dB at a frequency of $f=4.2$ GHz.

Keywords: multidielectric, antenna development, high with accuracy, modern communication systems.

Введение

Мультидиэлектрические концентраторы и осевые антенны являются весьма важными компонентами в современных системах связи и радиолокации. Мультидиэлектрические концентраторы представляют собой элементы, которые позволяют увеличить направленность антенного излучения и повысить усиление сигнала в заданном направлении. Они работают за счет того, что изменяют скорость распространения электромагнитных волн в различных материалах, позволяя создать фокусировку и формирование более узкой диаграммы направленности [1-2].

В первую очередь, следует отметить, что мультидиэлектрические концентраторы являются способом увеличения эффективной площади антенны, что позволяет значительно повысить ее дальность и точность. Также, они позволяют использовать малогабаритные и легкие антенны, что делает их удобными для монтажа на малых и средних высотах [2-4].

В исследованиях было выявлено, что мультидиэлектрические концентраторы обладают высокой точностью и устойчивостью к внешним факторам, что позволяет использовать их в сложных метеоусловиях, а также в зоне повышенных электромагнитных помех.

В то же время, освоение антенн также является важной задачей современной электроники. Различные типы антенн могут применяться в различных условиях, что позволяет находить новые методы их использования. В рамках данной работы было выявлено, что каждый тип антенн обладает своими преимуществами и недостатками, что позволяет подобрать наиболее оптимальный вариант для конкретных условий эксплуатации.

В связи с этим разработка концентратора излучения антенн на основе мультидиэлектрических осевых элементов является актуальной задачей в современных системах связи.

Разработка модели мультидиэлектрической осевой антенны

Мультидиэлектрические осевые антенны являются одними из самых распространенных устройств для передачи и приема радиосигналов на средних и коротких дистанциях [5-11]. Они состоят из центрального провода, окруженного цилиндрическим диэлектриком и круговым металлическим экраном. На рисунке 1 показана конструкция модели одной из диэлектрических антенн, антенн первый цилиндр с относительно диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.0$; на рисунке 2 представлена конструкция модели двух цилиндров с относительно диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.0$ и 3.5 и на рисунке 3 показана конструкция модели трех цилиндров с относительно диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.0, 3.5$ и 5.0 .

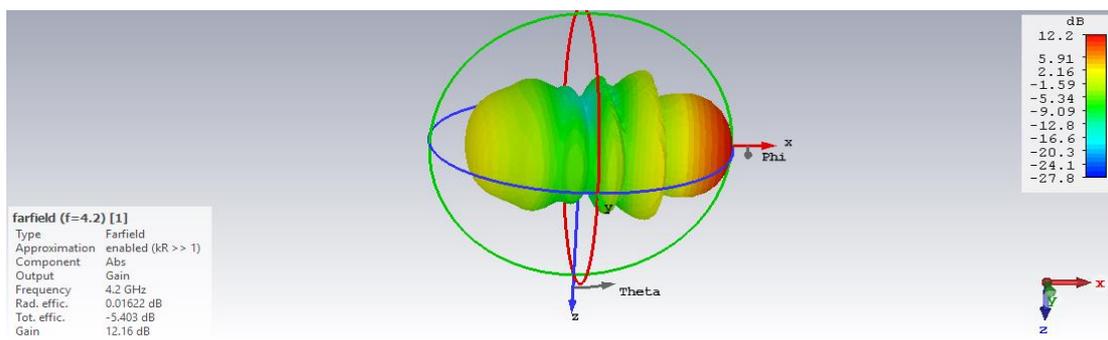


Рисунок 1 – 3D конструкция модели с одной диэлектрической антенной
Первый цилиндр с относительно диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.0$; при частоте 4,2 ГГц

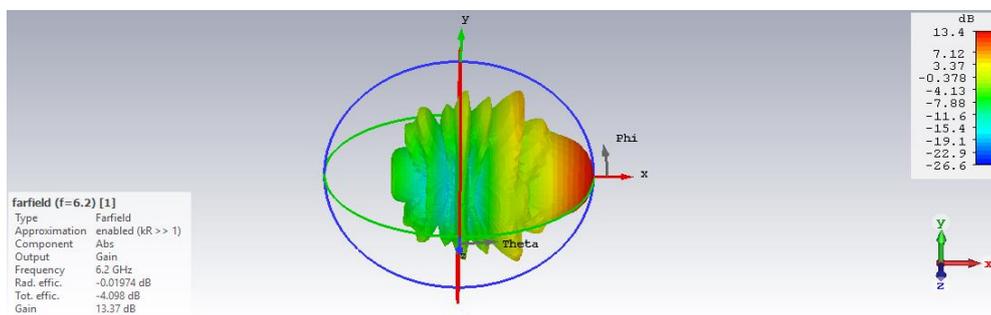


Рисунок 2 – 3D конструкция модели с двумя цилиндрами
Цилиндр с относительно диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.0$ и 3.5 ; при частоте 6,2 ГГц

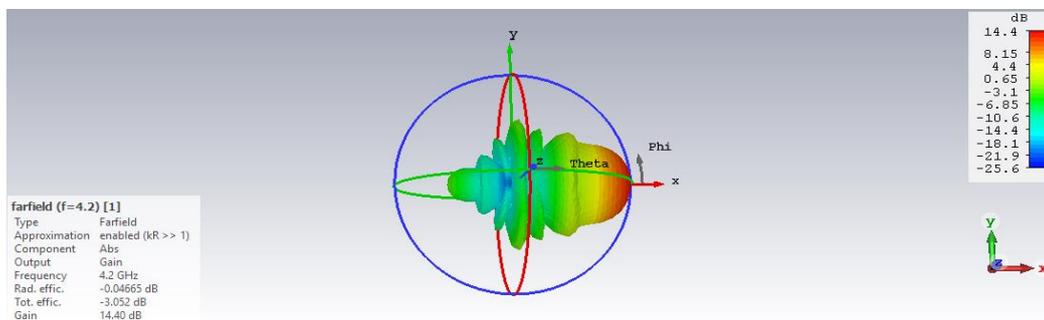
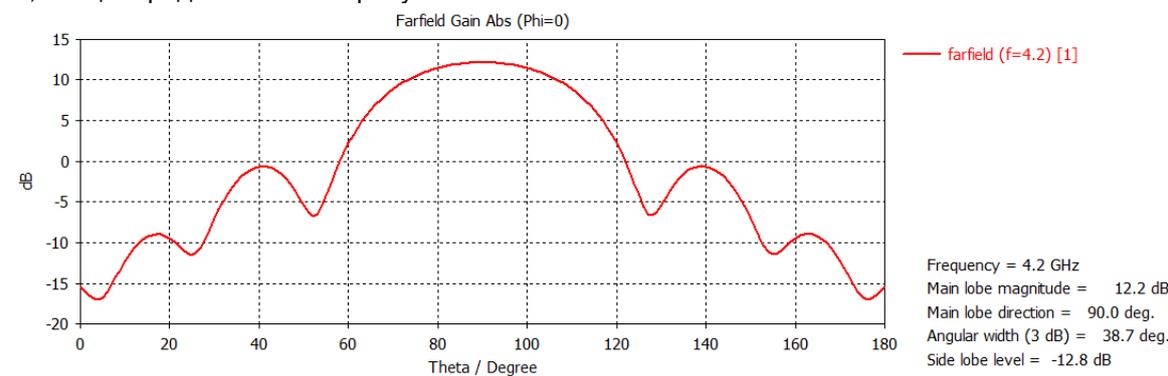


Рисунок 3 – 3D конструкция модели с тремя цилиндрами с относительно диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.0, 2.75$ и 3.5 при частоте 4,2 ГГц

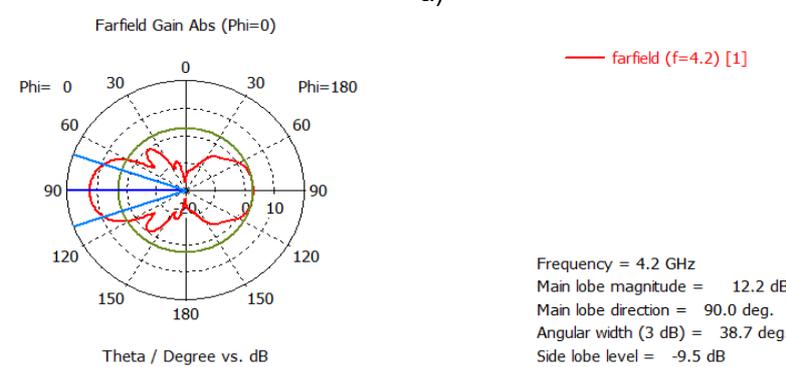
Определение основных параметров антенн производится при помощи специальных расчетных формул и программ, которые учитывают физические свойства материалов, из которых они изготовлены, а также геометрические размеры конструкций. Расчет проводится при известных частоте и длине волны, а также при учете технических ограничений на размеры антенны.

Таким образом, расчет одно-диэлектрических осевых антенн является важным этапом в проектировании и создании эффективной системы передачи и приема радиосигналов. Корректный расчет позволяет добиться максимального качества сигнала и уменьшить искажения сигнала.

Результаты компьютерного моделирования диаграммы направленности были расчетами на частоте 4,2 ГГц и представлены на рисунке 4.



а)



б)

Рисунок 4 – Диаграмма направленности, а) в декартовой системе координат и б) в полярной координате

На рисунке 5 показан график зависимости коэффициента отражения от частоты.

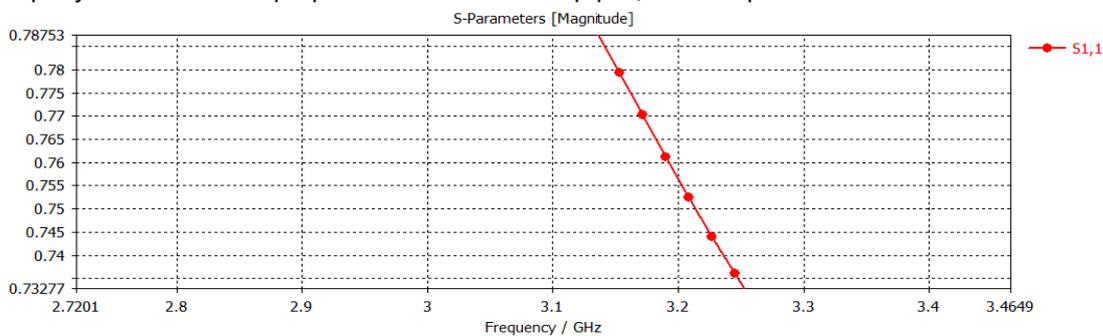
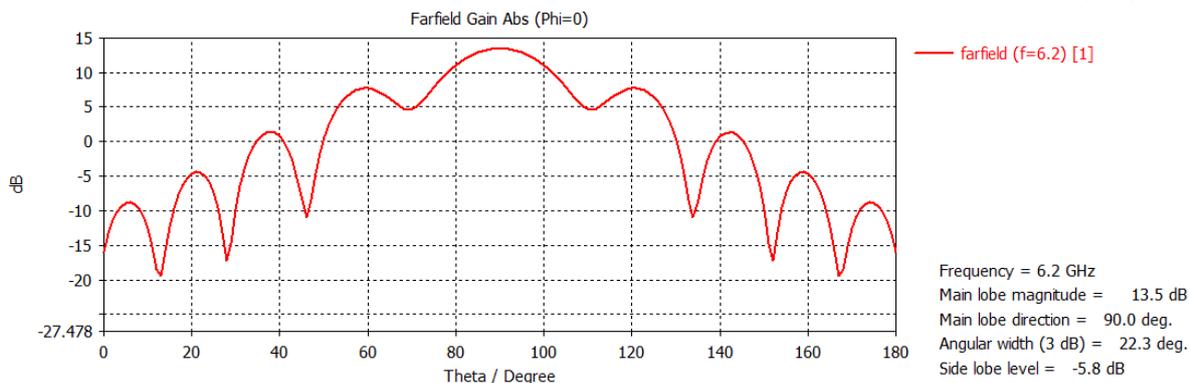


Рисунок 5 – График зависимости коэффициента отражения от частоты

Диаграмма направленности была расчетами на частоте 6,2 ГГц и представлена на рисунке 6.



а)

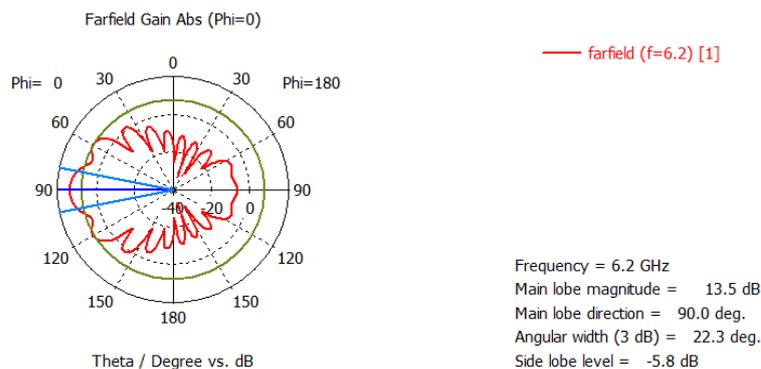


Рисунок 6 – Диаграмма направленности, а) в декартовой системе координат и б) в полярных координатах

На рисунке 7 показан график зависимости коэффициента отражения от частоты.

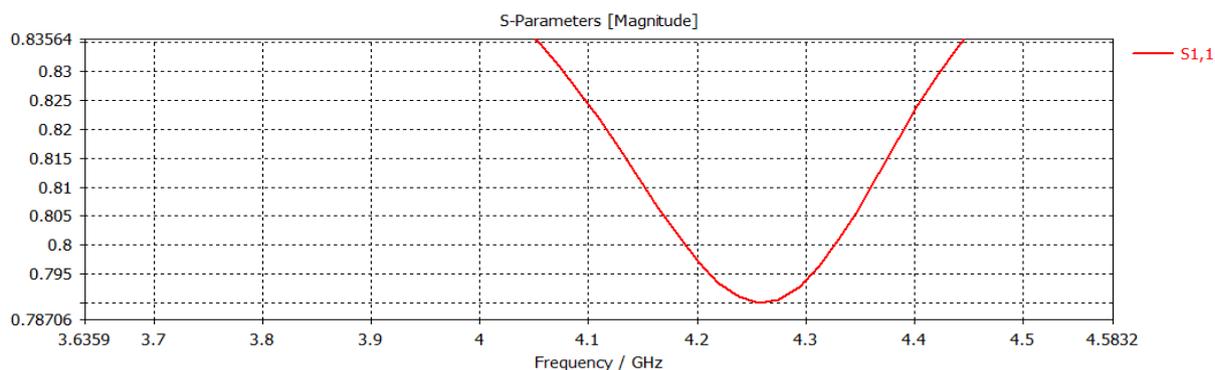
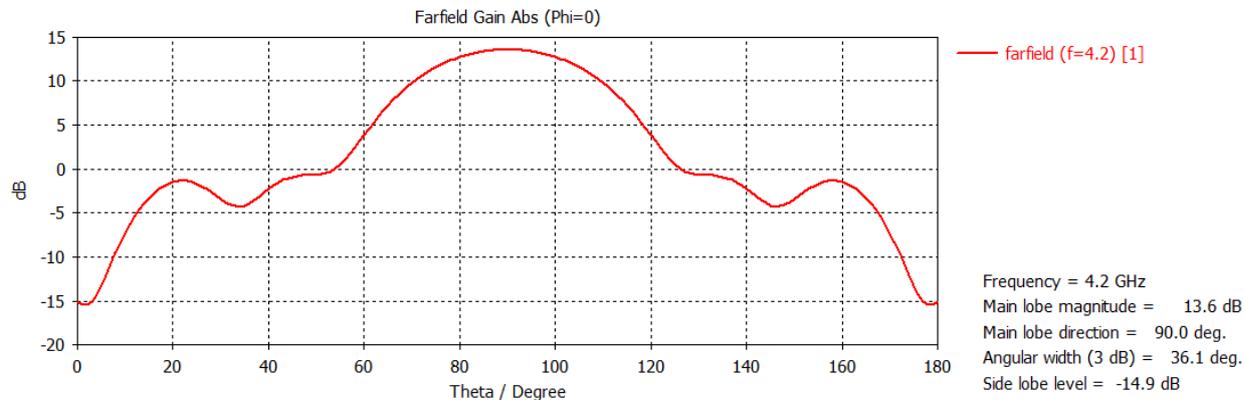
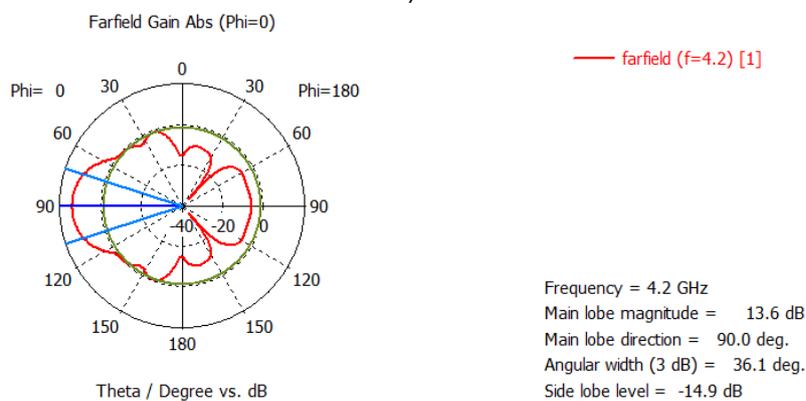


Рисунок 7– График зависимости коэффициента отражения от частоты

Диаграммы направленности были рассчитаны на частоте 4,2 ГГц и представлены на рисунке 8.



а)



б)

Рисунок 8 – Диаграмма направленности, а) в декартовой системе координат и б) в полярной координате

На рисунке 9 показан график зависимости коэффициента отражения от частоты.

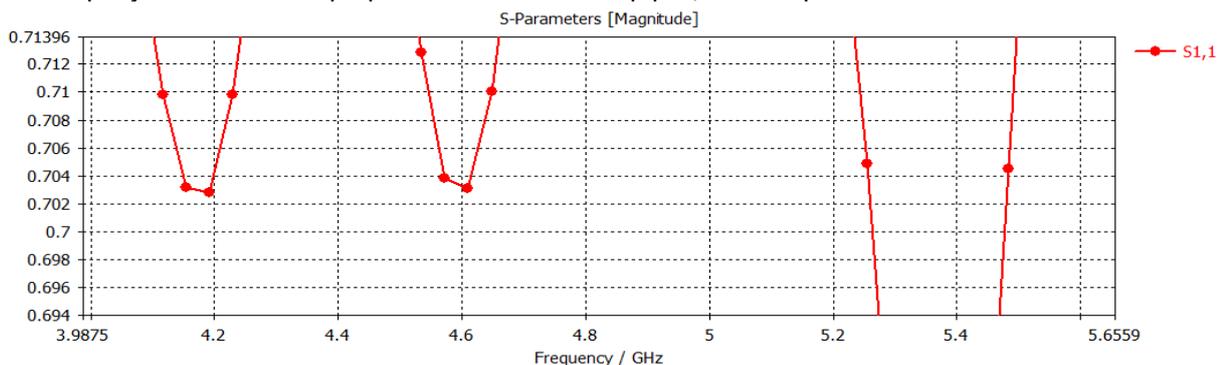


Рисунок 9 – График зависимости коэффициента отражения от частоты

Основные характеристики расчёта концентраторов обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов концентраторов

№	Тип концентратора	Частоты, ГГц	G _{усил} , дБ	Ширины ДН
1	Одноцилиндровый	2,2	3,02	74,5
2		3,2	2,88	76,3
3		4,2	12,2	38,7
4		5,2	14,6	28,8
5		6,2	13,5	22,3
6		7,2	9,9	57,5
7		8,2	11,2	40
8		9,2	9,5	30,7
9		10,2	7,87	22,3
10	Двухцилиндровый	2,2	3,89	70,5
11		3,2	9,28	48,7
12		4,2	13,6	36,1
13		5,2	11,2	52,8
14		6,2	13,4	33,5
15		7,2	9,76	29,7
16		8,2	6,26	27,7
17		9,2	9,77	14,1
18		10,2	11,7	18,6
19	Трехцилиндровый	2,2	4,3	68,6
20		3,2	10,1	47,1
21		4,2	14,4	34,3
22		5,2	12,7	47,1
23		6,2	12,5	31,4

	Продолжение таблицы 1		
24	7,2	9,49	57,5
25	8,2	9,09	36,6
26	9,2	7,3	39,4
27	10,2	11,7	27,8

На основе компьютерного моделирования, которое приведено в таблице, и анализа графических данных, можно сделать вывод, что: наибольшие коэффициенты усиления для одноцилиндрических концентраторов $G=12,2$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц; наибольшие коэффициенты усиления для двухцилиндрических концентраторов $G=13,6$ дБ, на частоте $f=4,2$ ГГц; наибольшие коэффициенты усиления для трехцилиндрических концентраторов $G=14,4$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц. Отсюда можно сделать вывод, что наибольший коэффициент усиления был получен с помощью трехцилиндрического концентратора $G=14,4$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц.

Заключение

В настоящей работе разработан концентратор излучения антенн на основе мультидиэлектрических осевых элементов. Он выполняет функцию увеличения выработки энергии через увеличения коэффициента усиления антенны. Таким образом были разработаны три конструкции разнодиэлектрических секционных осевых антенн. Проведено электродинамическое компьютерное моделирование и рассчитаны основные характеристики концентраторов: диаграмма направленности, коэффициент усиления. На основе анализа делается вывод, что наибольший коэффициент усиления был получен с помощью трехцилиндрических концентраторов $G=14,4$ дБ на частоте $f=4,2$ ГГц.

Рецензент: Бахдавлатов А.Д. – к.т.н., ведущий научный сотрудник Физико-технического института имени С.У. Умарова НААН.

Литература

1. Захаров, Е.В. Харламов Ю. Я. Полифокальные диэлектрические линзовые антенны: результаты исследований и перспективы применения. Радиотехника и электроника. – 2005. – Т. 50, № 5. – С. 571-584.
2. W. Liu, Z. N. Chen, and X. Qing, “Metamaterial-based low-profile broadband mushroom antenna,” *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 2014, vol. 62, no. 3, 1165–1172 pp.
3. В.В. Saidov, V.F. Telezhkin. Opto-ultrasonic communication channels // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. – 2020. – Vol. 20, no.4, pp. 55-62.
4. Б. Б. Саидов, В. Ф. Тележкин Обработка информации в автоматизированных системах управления на основе ультразвуковых приемо-передающих устройств // I-methods. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 1-9.
5. Govindarajulu, S.R.; Alwan, E.A. Range optimization for DSRC and 5G millimeter-wave vehicle-to-vehicle communication link. In Proceedings of the 2019 International Workshop on Antenna Technology (iWAT), Miami, FL, USA, 3–6 March 2019; Vol. 1, pp. 228–230.
6. C. L. Holloway, E. F. Kuester, J. A. Gordon, J. O’Hara, J. Booth, and D. R. Smith, “An overview of the theory and applications of metasurfaces: the two-dimensional equivalents of metamaterials,” *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 2012, vol. 54, no. 2, pp. 10–35.
7. Li, C. Short-range ultrasonic digital communications in air / C. Li, D. A. Hutchins, R. J. Green // *IEEE Trans. Ultras. Ferr. Freq. Contr.* – 2008. – Vol. 55. – P. 908–918.
8. V. Telezhkin, B. Saidov, A. Ragozin Recognition and Elimination of Anomalies in Information Leakage Channels in Opto-Ultrasonic Communication Channels in Data Streams of Industrial Automated Systems / Proceedings - 2021 International Russian Automation Conference. – 2021. – P. 201–206.
9. Thakur, M. Chauhan, and M. Kumar, “Effect of substrate relative dielectric constant on bandwidth characteristics of line feed rectangular patch antenna,” *International Journal of Engineering Science Invention Research & Development*, 2015. – vol. 1. – pp. 391–396.
10. L. Holloway, E. F. Kuester, J. A. Gordon, J. O’Hara, J. Booth, and D. R. Smith, “An overview of the theory and applications of metasurfaces: the two-dimensional equivalents of metamaterials,” *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 2012. – vol. 54. – no. 2. – pp. 10–35

11. K. P. Kumar, K. S. Rao, V. M. Rao, K. Uma, A. Somasekhar, and C. M. Mohan, “The effect of dielectric permittivity on radiation characteristics of co-axially feed rectangular patch antenna: design & Analysis,” International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 2, pp. 1254–1258, 2013.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Саидов Бехруз Бадридинович	Саидов Бехруз Бадридинович	Saidov Behruz Badridinovich
н.и.т.	к.т.н	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
E-mail: matem.1994@mail.ru		
TJ	RU	EN
Исфандиёри Саъдулло	Исфандиёри Саъдулло	Isfandiyori Sadullo
PhD доктор	PhD доктор	PhD doctor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
E-mail: isadullo@teleradiocom.tj		
TJ	RU	EN
Абдурасулов Далер Анварович	Абдурасулов Далер Анварович	Abdurasulov Daler Anvarovich
н.и.т.	к.т.н	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
E-mail: daler@ttu.tj		

УДК 004.8

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТКИ ПЕРОВСКИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

М.М.¹ Каюмов, А.С.¹ Бурхонзода, Д.Д.¹ Нематов, Х.Т.^{1,2} Холмуродов, Ш.А.³ Бозоров

¹Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана

^{1,2}Объединённый институт ядерных исследований, Дубна, Россия

³Таджикский технический университет имени академик М.С. Осими

В работе сравниваются исходные данные с данными полученными на основе методов машинного обучения для прогнозирования параметров решетки перовскитных материалов. Объектами исследования в этой работе, являются перовскиты имеющие структуру ABO_3 . Сделаны соответствующие выводы на основе проведенных исследований по сравнению исходных данных с прогнозирующимися параметрами решеток структуры перовскита на основе нескольких методов.

Ключевые слова: машинное обучение, перовскиты, Python, линейная регрессия, рандомный регрессор Forest.

ПЕШГУЌИИ ПАРАМЕТРҲОИ ПАНҶАРАИ КРИСТАЛИИ МАВОДҲОИ ПЕРОВСКИТ ДАР АСОСИ ОМУЗИШИ МОШИНИ

М.М.¹. Каюмов, А.С.¹. Бурхонзода, Д.Д.¹. Нематов, Х.Т.² Холмуродов

Дар мақола маълумоти асли бо маълумоте, ки бо истифода аз усулҳои омӯзиши мошинӣ ба даст оварда шудааст, барои пешгуи параметрҳои панҷараи кристаллимаводҳои перовскит муқоиса мешавад. Объекти омӯзиши ин қор перовскитҳои сохтори ABO_3 мебошад. Дар асоси таҷқиқотҳои, ки барои муқоисаи маълумотҳои ибтидоӣ бо параметрҳои пешбинишудаи торҳои структураи перовскит дар асоси яқҷанд усул гузаронида шудаанд, ҳулосаҳои дахлдор бароварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: омӯзиши мошинӣ, перовскитҳо, Python, регрессияи хатӣ, регрессори масодуфӣ «чангал».

FORECASTING LATTICE PARAMETERS OF PEROVSKITE MATERIALS USING MACHINE LEARNING METHODS

М.М.¹. Kayumov, A.S.¹. Burhonzoda, D.D.¹. Nematov, Kh.T.². Kholmurodov, Sh.A.³ Bozorov

The paper compares the original data with the data obtained using machine learning methods for predicting lattice parameters of perovskite materials. The objects of study in this paper are perovskites with the ABO_3 structure. The corresponding conclusions are made based on the studies conducted to compare the initial data with the predicted lattice parameters of the perovskite structure using several methods.

Keywords: machine learning, perovskites, Python, Linear regression, Random Forest Regressor.

Введение

В современном материаловедении для ускорения, экономии времени и средств внедряются методы машинного обучения, где её применение становится повсеместным. Машинное обучение оптимизирует поиск исходных структур соединений, что способствует созданию новых материалов с определёнными свойствами, что приводит к их улучшению[1-2].

Объектами нашего исследования в этой работе являются перовскиты, имеющие структуру ABO_3 , примерная структурная схема приведена на рис.1. В целом, перовскиты это класс материалов с широким спектром потенциальных применений, включая солнечные батареи, светодиоды, детекторы [3-4] и другие.

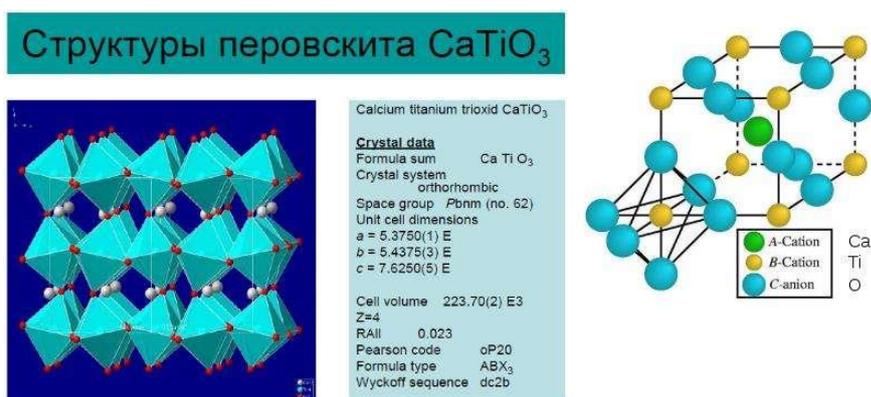


Рисунок 1– Структура перовскита $CaTiO_3$

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных для исследования перовскитных соединений в данном исследовании используется структура имеющий вид ABO_3 .

Для проведения исследования было отобрано 95 перовскитов, имеющие следующие элементы:

A = Al, Ba, Ca, Ce, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Na, Nd, Pb, Pr, Sm, Sr, Tb, Tl, Tm, Y, Yb

B = Mn, Fe, Cr, Co, Ti, Sc, Ni, Al, Ni, Rh, Zr, Sn, Ru, Rh, Os, Ce, Cu, V, U, Ta, I, Ga, Hf, Mo, Pr, Ho, Gd

В качестве входных параметров перовскитов структуры ABO_3 используются следующие независимые переменные:

Ионный радиус $r_A + r_B, r_A + r_X$

Электроотрицательность $\chi_B - \chi_A, \chi_X - \chi_A$

Первый ионизационный потенциал (Энергия)

Период, номер, группа

В данной работе в качестве методов исследования рассматривается применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования параметров решетки, а именно Linear regression и Random Forest Regressor [5].

Результаты и обсуждения

При проведении исследования на основе алгоритмов машинного обучения на языке программирования Python с использованием библиотеки Scikit-learn получены результаты, которые приведены на рисунках 1-2 на основе метода Linear regression и рисунках 3-4 на основе метода Random Forest Regressor.

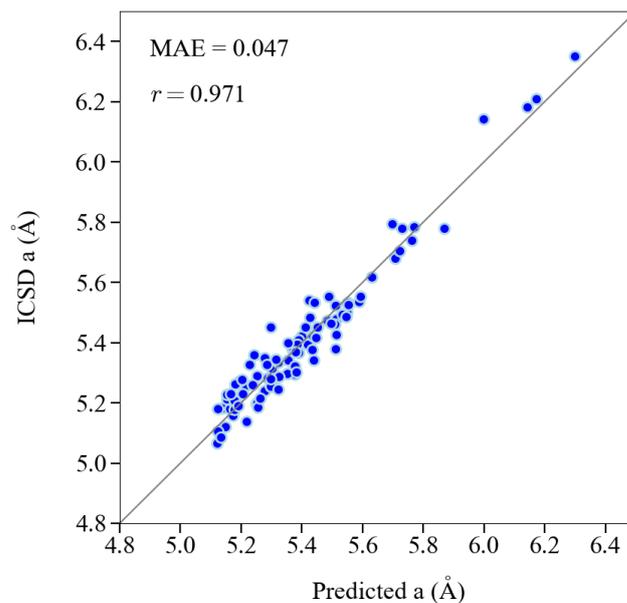


Рисунок 2 – Сравнение исходных данных с прогнозирующимися параметрами решетки *a* на основе метода Linear regression

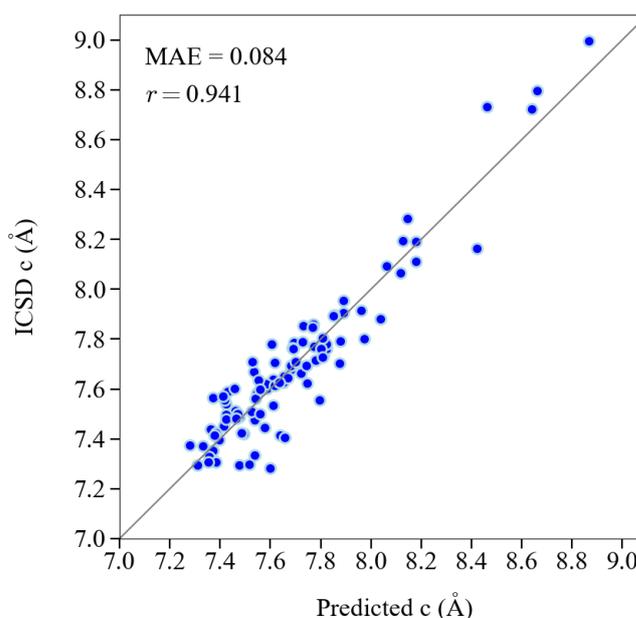


Рисунок 3 – Сравнение исходных данных с прогнозирующимися параметрами решетки *c* на основе метода Linear regression

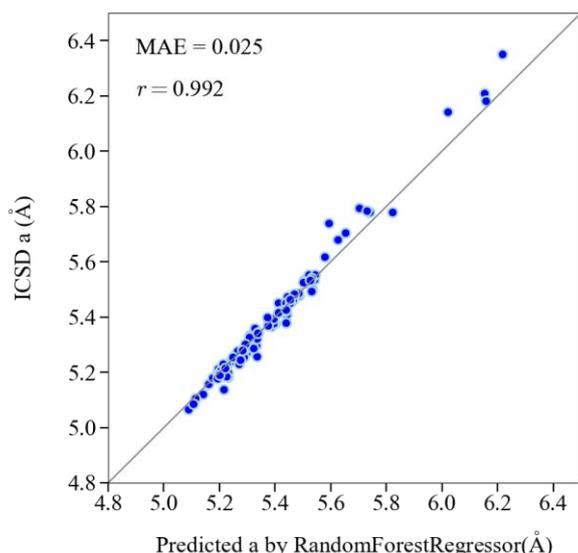


Рисунок 4 – Сравнение исходных данных с прогнозирующимися параметрами *a* решетки на основе метода *Random Forest Regressor*

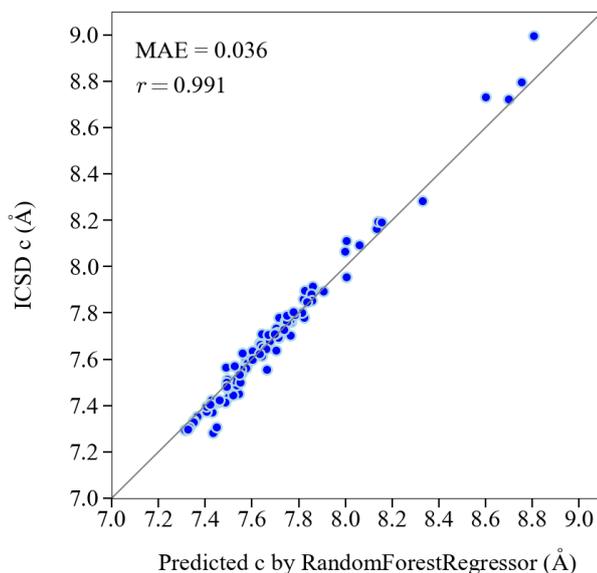


Рисунок 5 – Сравнение исходных данных с прогнозирующимися параметрами *c* решетки на основе метода *Random Forest Regressor*

Как видно из рисунков 2-5, сравниваемые исходные данные с прогнозирующимися параметрами решетки на основе методов *Linear regression* и *Random Forest Regressor* очень близки. Также важно отметить, что MAE (Mean Absolute Error) — известная как абсолютная ошибка, которая измеряет среднее абсолютное отклонение предсказанных значений от истинных значений имеет скромный характер. Значение *r* – коэффициент детерминации, который показывает долю дисперсии зависимой переменной объясняющую модель. Коэффициент *r* принимает значение в интервале [0; 1], где 1 означает идеальное соответствие. Коэффициент *r* показывает, насколько хорошо модель объясняет вариацию в данных. Высокое значение *r* указывает на то, что модель хорошо справляется с задачей, но важно помнить, что высокое значение *r* не всегда гарантирует тесную связь между переменными в модели.

Заключение

При проведении исследования на основе алгоритмов машинного обучения установлено, что высокая точность прогнозирования параметров решетки перовскитных материалов даёт основание полагать их пригодность. Также, для более точного прогнозирования следует увеличить объем выборки перовскитных материалов и искать пути применения более эффективных методов для прогнозирования искомых параметров перовскитных структур.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке Международного научно-технического центра (МНТЦ), проект TJ-2726.

Рецензент: Косимов А.А. – к.т.н., и.о. доцента кафедры автоматизированные системы управления ТШДЖКского технического университета имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Morgan D. Opportunities and challenges for machine learning in materials science / D. Morgan, R. Jacobs // Annual Review of Materials Research. — 2020. — Vol. 50. — P. 71–103.
2. Cai J. Machine learning-driven new material discovery / J. Cai, X. Chu, K. Xu [et al.] // Nanoscale Advances. — 2020. — Vol. 2. — No. 8. — P. 3115–3130.
3. Tu Y. Perovskite solar cells for space applications: progress and challenges / Y. Tu, J. Wu, G. Xu [et al.] // Advanced Materials. — 2021. — Vol. 33. — No. 21. — P. 2006545.
4. Zhang L. Advances in the application of perovskite materials / L. Zhang, L. Mei, K. Wang [et al.] // Nano-Micro Letters. — 2023. — Vol. 15. — No. 1. — P. 177.
5. Medium. Электронный ресурс URL: [Board Game Rating Prediction with Linear Regression & Random Forest Regression in Python | by S Joel Franklin | Analytics Vidhya | Medium](#)

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Каюмов Махмадзоир Махмарачабович	Каюмов Махмадзоир Махмарачабович	Kayumov Makhmadzoir Makhmarajabovich
Доктори PhD	Доктор PhD	PhD
Институти физикаю техники ба номи С.У.Умарови АМИТ	Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: kmaxmadzoir@gmail.com		
TJ	RU	EN
Бурхонзода Амодуллои Сайдали	Бурхонзода Амодуллои Сайдали	Burhonzoda Amodulo Saidali
н.и.т.	к.т.н	Candidate of Technical Sciences
Институти физикаю техники ба номи С.У.Умарови АМИТ	Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
TJ	RU	EN
Нематов Дилшод Давлатшоевич	Нематов Дилшод Давлатшоевич	Nematov Dilshod
н.и.т.	к.т.н	Candidate of Technical Sciences
Институти физикаю техники ба номи С.У.Умарови АМИТ	Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
dilynem@mail.ru; dilynem@phti.tj		
TJ	RU	EN
Холмуродов Холмирзо Тагойкулович	Холмуродов Холмирзо Тагойкулович	Kholmurodov Kholmirzo Tagoykulovich
д.и.ф.м.	д.ф.-м.н.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Институти физикаю техники ба номи С.У.Умарови АМИТ, Институти муштараки таджикоти хастай, Дубна, Русия	Физико-технический институт имени С.У.Умарова НАНТ, Душанбе, Таджикистан Объединённый институт ядерных исследований, Дубна, Россия	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia
TJ	RU	EN
Бозоров Шамсуддин Алломудинович	Бозоров Шамсуддин Алломудинович	Bozorov Shamsuddin Allomudinovich
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi

УДК 004.41

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ИНДИКАТОРОВ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЕМ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Ш.С. Кабилов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье описывается методология определения совокупности индикаторов мониторинга и оценки состояния и развития системы образования Республики Таджикистан на базе международных индикаторов образования, для автоматизированного расчёта на основе имеющихся статистических данных, собираемых в рамках разработанной информационной системы управления образованием Республики Таджикистан.

Ключевые слова: индикаторы образования, образовательная статистика, информационная система, мониторинг, оценка.

МЕТОДОЛОГИЯИ ИНТИХОБИ ИНДИКАТОРҲОИ ТАҲСИЛОТ БАРОИ СИСТЕМАИ ИТТИЛООТИИ ИДОРАКУНИИ МАОРИФИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ш.С. Қобилов

Дар мақола методологияи муайян намудани маҷмӯи индикаторҳои мониторинг ва арзёбии ҳолат ва рушди системаи маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар асоси индикаторҳои таҳсилоти байналмилалӣ, барои ҳисобкунии автоматикунонидашуда дар асоси иттилооти мавҷудаи омории системаи иттилооти идоракунии маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шуда аст.

Вожаҳои калидӣ: индикаторҳои маориф, омори маориф, системаи иттилоотӣ, мониторинг, арзёбӣ.

METHODOLOGY FOR SELECTING EDUCATION INDICATORS FOR THE EDUCATION MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Sh.S. Kabilov

The article describes the methodology for determining a set of indicators for monitoring and assessing the state and development of the education system of the Republic of Tajikistan based on the international education indicators, for automated calculation based on available statistical data collected within the framework of the developed education management information system of the Republic of Tajikistan.

Keywords: education indicators, educational statistics, information system, monitoring, evaluation.

Введение

Известно, что система управления образованием является основополагающим фактором в развитии любого государства. Уровень развития общества прямо пропорционален уровню образованности его членов, и соответственно, уровню развития государства.

Система образования, в масштабах государства представляет собой многоступенчатый и сложный процесс, не поддающийся формальному экономико-математическому моделированию, и зависящий в основном от человеческого фактора. Актуальность и роль управления в таком процессе возрастает многократно[1].

Одним из путей повышения эффективности процесса управления системой образования является внедрение средств новой информационной технологии в процесс сбора, передачи, хранения и обработки статистических данных о состоянии всех уровней образования и на основе этих статистических данных проведение анализа состояния системы образования.

В настоящее время, многие государства в качестве одного из инструментов анализа состояния своих систем образования активно применяют, так называемые, индикаторы образования, использование которых позволяют дать обоснованную оценку состояния и определить вектор развития системы образования, разработать механизм оценки и контроля деятельности как подразделения курирующего систему образования Министерства, так и учебных заведений.

В настоящее время, существует множество определений индикатора:

а) простые или сложные синтетические и аналитические показатели, являющиеся производными обработки статистических данных;

б) показатели состояния системы, ее развития и изменения;

в) показатели достижения целей и реализации поставленных (запланированных) задач.

Исходя из вышесказанного под **индикаторами образования** будем понимать количественные показатели мониторинга и анализа состояния, развития и изменения системы образования на соответствие её целям и реализации задач (рис.1).

Необходимо также подчеркнуть и то, что индикаторы образования должны быть:

- сопоставимы с образовательными системами различных стран;
- понятными и информативными;
- количественными;
- доступными для всех слоев населения и общественным организациям.



Рисунок 1 – Схема процесса управления системы

«Наряду с выполнением аналитических функций индикаторы являются сильным инструментом управляющего воздействия. Если индикаторы для оценки задает вышестоящий орган, то подведомственные структуры будут стремиться обеспечивать положительную динамику тех показателей, по которым их оценивают, и таким образом реализовывать определенные приоритеты образовательной политики вышестоящего органа. Индикаторы фиксируют, что контролируется в управляемой системе, какие изменения характеристик системы становятся предметом отчетности и соответственно первоочередного внимания органов управления. Через целевые значения индикаторов задается вектор развития системы: одни изменения характеристик системы поощряются, а другие, наоборот, наказываются» [2].

Методы и материалы

В качестве основных методов исследования были использованы методы системного анализа и синтеза результатов исследований существующих систем оценки образовательных систем с использованием принятых в международной практике индикаторов образования.

Исследование

В 2017 году закончился второй этап разработки ИСУО Республики Таджикистан и естественным образом встал вопрос о необходимости проведения анализа собираемых статистических данных системы образования Республики Таджикистан. Для этого необходимо было, во-первых, определить перечень индикаторов образования, расчёт которых должен был производиться на основании имеющихся собираемых статистических данных, во-вторых, разработать программный модуль, позволяющего в автоматизированном режиме рассчитать значения этих индикаторов.

Система образования каждого государства уникальна и не похожа на системы образования других стран. Как показали исследования, вариант применения тех перечней индикаторов, которые уже применяют для анализа в одной стране, как правило, не дают ожидаемого результата в другой стране. В связи с этим возникает задача разработки перечня индикаторов, которые:

- наиболее полно отражали специфику системы образования Республики Таджикистан и расчёт которых можно было бы осуществлять с использованием статистических данных, собираемых существующей информационной системой управления образованием Республики Таджикистан;
- позволяли бы проводить сравнительный анализ состояния системы образования Республики Таджикистан с системами образования других стран, тем самым выявляя слабые места системы образования Республики Таджикистан, что позволит определять цели и задачи системы образования.

В ходе проведённых исследований были рассмотрены системы индикаторов образования, которые используются в других странах.

1. Индикаторы, принятые на международной конференции в Джомтьене (Таиланд, 1990г.). Это:
 - процент учащихся, окончивших начальную школу;
 - процент второгодников с разбивкой по классам;
 - процент учащихся, которые окончили начальную школу и имеющими базовые знания в соответствии с государственным стандартом;
 - количество учащихся на одного преподавателя по уровням образования;

➤ процент преподавателей, имеющие академическое образование по предмету преподавания.

2. Индикаторы PISA (Programme for International Student Assessment – международная программа по оценке образовательных достижений учащихся). Это тестовые индикаторы оценки знания учащихся. В соответствии с данными индикаторами осуществляется сравнительный анализ уровня знаний учащихся в соответствии с международными стандартами.

3. Пятнадцать индикаторов развития образования, принятые Европейским Союзом. Это умение считать, владение иностранными языками, уровень знаний в математике и информатике, уровень грамотности в соответствии с тестом PISA и пр.

4. Также необходимо отметить и интегральный индикатор. Это индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), принятый ООН в 1990 г.. Данный включает в себя наборы показателей по трём направлениям:

- Долголетие - ожидаемая продолжительность жизни.
- Уровень образованности – грамотность взрослого населения.
- Доходы – удельный вес валового национального продукта (ВВП) на душу населения. Базовая валюта - доллар США.

При этом, покупательная способности валют (ППС) – это не текущий обменный курс валют, а приведенный к какому-то году пересчетный коэффициент, который ежегодно рассчитывается и публикуется сотрудниками и специалистами Всемирного банка.

Разработка и использование многочисленных индикаторов - это не самоцель, а попытка охватить все основные стороны и условия методологии оценки функционирования системы образования во всех странах мира. В то же время, это сильно осложняет вопрос. Отсюда, и стремление как-то систематизировать индикаторы и, по возможности, довести их число до необходимого минимума. Потребность в системе из немногочисленных емких статистических индикаторах не снизилась и сегодня. И, конечно, высока потребность в «международных универсальных индикаторах», применение которых было бы возможным для любой страны мира как с целью сопоставления, так и в качестве гуманных и основных целей для государств с различным общественно-политическим строем, разным уровнем социально-экономического развития, с разной демографической ситуацией.

Как показали исследования, все страны пытаются разработать свою системы индикаторов образования, учитывающие специфику и потребность этой страны. При этом, широко используются существующие индикаторы образования, которые активно применяются в других странах.

Так, во многих странах используется система международных показателей Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР), в основе которой лежит использование индикаторов процесса, результата и ресурса.

Значения индикаторов национальных систем образования стран ОЭСР ежегодно публикуются. Наиболее значимым преимуществом при таком подходе является то, что расчет основного перечня индикаторов образования проводится по единой методологии. Следовательно, достигается условие, когда можно провести сопоставление результатов и оценок развития образовательных учреждений в разных странах в соответствии с международными нормами.

В качестве примера основных индикаторов образования, подобранных в определенную совокупность согласно стратегическим целям и задачам страны можно привести индикаторы мониторинга и оценки целей Образование для всех (ОДВ), определенных в Дакаре, основывается на 18 основополагающих индикаторов, использованных для оценки ОДВ 2000[3].

Система образования Республики Таджикистан, имеет следующие основные уровни образования (таблица 1).

Таблица 1 – Основные уровни образования системы образования Республики Таджикистан

Уровни образования	Продолжительность обучения	Возраст	Образовательные учреждения
Дошкольное образование и воспитание	1-3, 3-6	1-6	Детский сад/ясли
Общее образование: • начальное • общее основное • общее среднее	11 лет 4 года 5 лет 2 года	(6)7-17 (6)7-10 11-15 16-17	Общеобразовательные школы, гимназии, лицеи
Профессиональное образование: начальное	1-4 года	с 16 лет	ПТУ, лицеи, центры
среднее	2-4 года	с 16 лет	Техникумы, колледжи, училища

Окончание таблицы 1

высшее	4-6 лет	*	Университеты, академии, институты
Послевузовское образование			Аспирантура, докторантура
Дополнительное образование			**

* осуществляется на базе общего среднего, начального и среднего профессионального образования; предоставляется доступ к программам подготовки бакалавра и магистра.

** осуществляется в гимназиях, лицеях и общих (полных) средних школах, в ОУ начального и среднего профессионального образования, в ВУЗах или специализированных учреждениях дополнительного образования (малые научные академии, дворцы, станции, клубы, центры, спортивные, художественные и музыкальные школы, институты, университеты и др.).

В связи с тем, что индикаторы образования являются показателями достижения целей и реализации задач, при определении списка индикаторов были выявлены все цели и задачи поставленных перед системой образования Республики Таджикистан в нижеследующих документах:

- Закон Республики Таджикистан «Об образовании»;
- Национальная стратегия развития образования Республики Таджикистан;
- Стратегия сокращения бедности в Республике Таджикистан.

Результаты исследования. Отобранные индикаторы и их характеристики

Известно, что для проведения международного сравнения национальных систем образования необходимо наличие сопоставимых показателей и индикаторов, рассчитанных по единой методологии. В Республике Таджикистан международными организациями постоянно проводятся различные статистические исследования системы образования. Однако результаты таких исследований в виде различных индикаторов рассчитывают Институтом статистики ЮНЕСКО.

Стремление начать самостоятельно рассчитывать индикаторы управления, мониторинга и оценки состояния системы образования в РТ положило основу для начала проведения данного исследования. Большую роль сыграл и тот факт, что ИСУО РТ уже функционирует.

Анализ публикаций по данному вопросу показал, что наиболее информативными являются публикации ОЭСР, ЮНЕСКО и Всемирного Банка. Но их явно недостаточно для быстрой и системной организации работы. Для организации автоматизированного расчета индикаторов управления образованием соответствующих международным стандартам необходимо разработать методологию расчёта международных индикаторов образования, на основе имеющихся статистических данных.

Например, в соответствии с методологией международного статистического исследования для оценки уровня заработной платы учителей анализируется показатель соотношения средней заработной платы учителей по отношению к ВВП на душу населения с разбивкой по уровням образования. Для расчета этого показателя необходимо решать задачи как в плане сбора необходимой информации, так и задачи методологического характера.

Например, с точки зрения задачи сбора необходимой информации, в базе данных необходимо иметь следующую информацию: общая сумма оплаты каждого преподавателя и сумма оплаты труда каждого преподавателя соответствующая нагрузке в разрезе каждого уровня образования.

С точки зрения задач методологического характера, то непонятно каким образом учитывать по Международной Стандартной Классификации Образования (МСКО) то, что аттестаты о завершении среднего полного образования выдаются не только общеобразовательными школами, но и образовательными учреждениями начального и среднего профессионального образования типа ПТУ или лицея при ВУЗ-е. Кроме того, при пересчете суммы оплаты труда и ВВП на доллары США, необходимо учитывать тот факт, что паритет покупательной способности может отличаться от текущего обменного курса. Исходя из этого, проведение международных сравнений только по абсолютным финансовым показателям, даже применяя обменный курс валют, считается некорректным, поскольку завышало бы реальные показатели заработной платы преподавателей РТ в несколько раз. А по опубликованным данным, школьные учителя в нашей стране оплачиваются существенно ниже, чем их зарубежные коллеги.

Решение всех перечисленных выше задач и, возможно, и не только их, позволит провести корректные сравнения и понять уровень оплаты педагогического труда в Таджикистане по сравнению с другими странами.

Какие же основополагающие индикаторы образования рассмотрены нами в рамках данной работы по проекту формирования ИСУО РТ? В первую очередь, это 18 ключевых индикаторов, использованных для оценки ОДВ 2000. Но не только. Не все из них один к одному применимы и актуальны для системы образования Республики Таджикистан. На наш взгляд, этот перечень должен быть шире и содержать некоторые другие индикаторы, которые реально можно рассчитать исходя из существующей информационной базы ИСУО РТ. Большой перечень индикаторов образования,

составленный в рамках начавшегося исследования, оказался не систематизированным и на этом этапе его необходимо «сузить» до наиболее релевантных, согласно, основных целей, задач функционирования и развития образования Республики Таджикистан. Первоначально эти индикаторы объединены в укрупненные блоки по принципу «от истока до результата»:

- Индикаторы состояния
- Индикаторы процесса
- Индикаторы результатов
- Индикаторы ресурсов
- Контекстные индикаторы.

Прямое управление образованием происходит через воздействие на ресурсы, а именно:

материально-техническую базу ОУ (строительство, капитальный и текущий ремонт зданий, помещений, пришкольных сооружений, различного оборудования; закупку и пополнение (замену) мебели, библиотечного фонда, тематических учебных материалов, компьютеров и программ к ним;

педагогические кадры;

заработная плата учителей;

ресурсы общеобразовательного учреждения;

Вследствие этого, отражение каждого из этих ресурсов через систему количественно-качественных показателей состояния и развития становится основополагающим и базой для разработки методики индикаторной оценки и управления образованием в РТ.

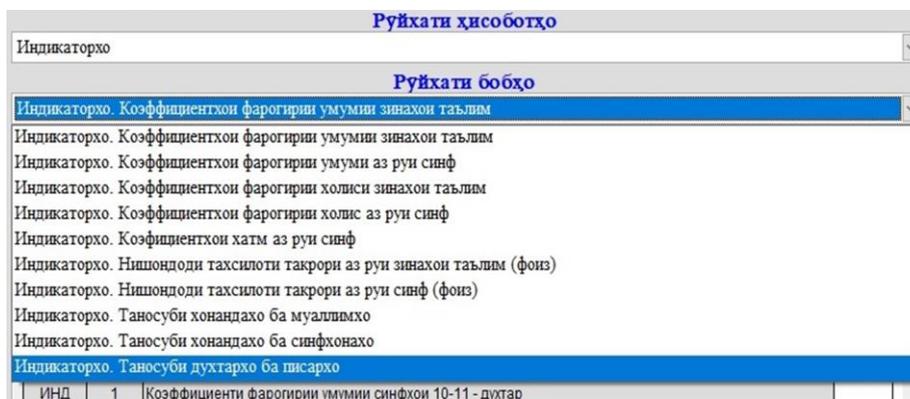


Рисунок 2 – Список индикаторов образования единого генератора отчётов

Таблица 2 – Список индикаторов образования для информационной системы управления Республики Таджикистан

№ п/п	Наименование	В разрезе	Ед. изм-я
1.	Коэффициенты охвата: Валовый коэффициент охвата Чистый коэффициент охвата в возрасте 7 – 17 лет	Уровень образования, пол, город-село, вилояты	%
2.	Коэффициенты выпуска учащихся	Уровень образования, пол, город-село, районы	%
3.	Коэффициенты зачисления	Уровень образования, пол, город-село, районы	%
4.	Коэффициенты повторного обучения (доля второгодников, в том числе девочек)	Уровень образования, класам, город-село, районы	%
5.	Распределение детей-сирот по типам образовательных учреждений (интернаты, обычные школы).	Уровень образования, пол, город-село, районы	чел.
6.	Распределение детей со специальными потребностями (в т.ч. инвалиды) и доля их занятости по месту получения образования.	Пол, город-село, регионы	чел., %
7.	Коэффициенты инклюзии по уровням образования.	Типы ОУ, город-село, регионы	%
8.	Распределение школ и учащихся в них (в т.ч. до 10, до 40 и до 100 чел.) по типу ОУ.	Уровень образования, пол, город-село, районы	ед., тыс. чел., %

Продолжение таблицы 2

9.	Коэффициенты сменности школы.	Типы ОУ, город-село, районы	Ед.
10.	Средний размер школ, средняя заполняемость школ.	Типы ОУ, город-село, районы	чел.
11.	Средняя наполняемость класса	Уровень образования, пол, город-село, районы	чел.
12.	Коэффициенты ученик/учитель; коэффициент фактической и плановой нагрузки педагогов.	Уровень образования, пол, город-село, районы	чел.
13.	Индекс гендерного паритета и половозрастная структура преподавателей.	Уровень образования, пол, город-село, районы	чел., %
14.	Распределение преподавателей школ по уровню образования, стажу работы и возраста.	Тип ОУ, уровень образования, пол, город-село, районы	%
15.	Доля преподавателей без специализации и повышение их квалификации.	Тип ОУ, уровень образования, пол, город-село, районы	%
16.	Коэффициент штатной комплектации учителями начальной школы и по предметам.	Типы ОУ, город-село, районы	%
17.	Количество учащихся, приходящихся на 1 компьютер (подключённый к интернету).	Уровень образования, город-село, районы	чел.
18.	Количество часов в неделю по изучению основ РС и его практического использования.	Уровень образования, город-село, районы	чел/час
19.	Доля вакантных ставок и часов в неделю по основным предметам образовательных программ.	Уровень образования, город-село, районы	%
20.	Распределение школ по благоустройству и условиям обучения.	Город-село, регионы	%
21.	Распределение учителей школ по загруженности.	Уровень образования, город-село, районы	%

Заключение

В результате проведенных вышеприведённых исследований, была отобрана следующая совокупность индикаторов образования для ИСУО Республики Таджикистан (таблица 2), которые были включены в список отчётов единого генератора отчётов автоматизированной информационной системы «Школа» информационной системы управления образованием Республики Таджикистан (рис.2). В связи с тем, что Агентство по статистике Республики Таджикистан имеет данные по населению только в разрезе областей, то все коэффициенты охвата соответственно рассчитываются только в разрезе областей.

Рецензент: Насридинзода М.Ш. – к.э.н., доцент кафедры СИИПТ Технологического университета Таджикистана.

Литература

1. Кабилов Ш.С., Бабаева Р.Р. Определение состава функциональных подсистем автоматизированной информационной системы управления образованием Республики Таджикистан. Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. Научный журнал. №1(49). Душанбе, 2020. – с. 26-31.
2. <https://cyberleninka.ru/article/n/indikatory-v-upravlenii-obrazovaniem-chto-pokazyvayut-i-kuda-vedut>.
3. Мониторинг, статистика, социология в деятельности образовательного учреждения. Учебное пособие. – М.: НФПК, 2005.
4. <http://documents.shihang.org/curated/zh/323001468040169615/pdf/380520KZ0education0policy.pdf>.

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

TJ	RU	EN
Қобилов Шавкат Саидҷонович н.и.т., дотсент	Кабилов Шавкат Саидджонович к.т.н., доцент	MukimovaNargisRustamovna Candidate of technical science, Assistant professor
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им ак. М.С. Осими	Tajik Technical University named after ac. M.S. Osimi
E-mail: Kabilov.shavkat@yandex.ru		

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

УДК 338.45:330.341.1

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Н.Р. Мукимова, Т.Н. Холмуродова

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье рассматривается текущее состояние промышленности Республики Таджикистан, которая является ключевым сектором экономики страны и играет важную роль в обеспечении устойчивого экономического роста, создании рабочих мест и улучшении уровня жизни населения. В условиях глобализации и растущей конкуренции на мировых рынках инновационная деятельность становится важнейшим фактором, определяющим конкурентоспособность и динамичное развитие промышленного сектора. В этом контексте углубленный анализ деятельности существующих промышленных предприятий Республики Таджикистан приобретает особое значение. Внедрение инноваций в промышленность способствует модернизации производственных процессов, повышению производительности труда, улучшению качества продукции и снижению издержек. Это создает предпосылки для разработки направлений развития территориальных инновационно-промышленных кластеров, которые могут повысить конкурентоспособность страны и стимулировать экономический рост.

Ключевые слова: инновационное развитие, промышленность, экспорт, импорт, инвестиции, инновационно-промышленные кластеры, ускоренное развитие.

ТАҲЛИЛИ ВАЗЪИЯТИ МУОСИРИ СОҶАҶОИ САНОАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Н.Р. Мукимова, Т.Н. Холмуродова

Дар мақолаи мазкур вазъи имрӯзаи саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки соҳаи асосии иқтисодиёти кишвар ба ҳисоб рафта, дар таъмини рушди устувори иқтисодиёт, таъсиси ҷойҳои корӣ ва баланд бардоштани сатҳи зиндагии мардум нақши муҳим дорад, мавриди баррасӣ қарор гирифтааст.

Дар шароити глобализатсия ва афзояндаи рақобат дар бозорҳои ҷаҳонӣ инноватсия ба омили муҳимтарини муайянкунандаи рақобатпазирӣ ва рушди босуръати баҳши саноат табдил меёбад. Дар ин замина таҳлили амиқи фаъолияти корхонаҳои мавҷудаи саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти махсус пайдо мекунад. Дар саноат ҷорӣ намудани тақлифҳои рағбатсозӣ барои нақардани ҷараёнҳои истеҳсолот, баланд шудани ҳосилнокии меҳнат, беҳтар шудани сифати маҳсулот ва арзон кардани арзиши аслии он ёрӣ мерасонад. Ин барои таҳияи самтҳои рушди кластерҳои минтақавӣ инноватсионӣ-саноатӣ заминаҳои заруриро фароҳам меорад, ки метавонанд рақобатпазирӣи кишварро баланд бардоранд ва рушди иқтисодиро ҳавасманд кунанд.

Калимаҳои калидӣ: рушди инноватсионӣ, саноат, содирот, воридот, сармоягузорӣ, кластерҳои инноватсионӣ-саноатӣ, рушди босуръат.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF INDUSTRIAL INDUSTRIES OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

N.R. Mukimova, T.N. Kholmurodova

The article examines the current state of industry in the Republic of Tajikistan, which is a key sector of the country's economy and plays an important role in ensuring sustainable economic growth, creating jobs and improving the standard of living of the population. In the context of globalization and growing competition in world markets, innovation becomes the most important factor determining the competitiveness and dynamic development of the industrial sector. In this context, an in-depth analysis of the activities of existing industrial enterprises of the Republic of Tajikistan acquires special significance. The introduction of innovations in industry helps to modernize production processes, increase labor productivity, improve product quality and reduce costs. This creates the prerequisites for developing directions for the development of territorial innovation and industrial clusters, which can increase the country's competitiveness and stimulate economic growth.

Keywords: innovative development, industry, export, import, investment, innovation-industrial clusters, accelerated development.

Введение

Промышленность является ключевым сектором экономики Республики Таджикистан (РТ), играя важную роль в обеспечении устойчивого экономического роста, создания рабочих мест и повышения уровня жизни населения. В условиях глобализации и усиления конкуренции на мировых рынках, инновационная деятельность становится важнейшим фактором, определяющим конкурентоспособность и динамичное развитие промышленного сектора. В этом контексте углубленный анализ деятельности существующих промышленных предприятий Республики Таджикистан приобретает особое значение. Внедрение инноваций в промышленность способствует модернизации производственных процессов, повышению производительности труда, улучшению качества продукции и снижению издержек, что, в свою очередь, создает предпосылки для повышения экспортного потенциала и укрепления позиций страны на международных рынках.

Промышленность РТ находится в периоде трансформации, характеризующемся как положительными тенденциями, так и значительными вызовами. Несмотря на значительный рост в некоторых отраслях, промышленность страны все еще сталкивается с проблемами низкой конкурентоспособности, высоким уровнем налоговой нагрузки, отсутствием диверсификации и ограниченными инвестициями в новые технологии.

Для устойчивого экономического развития необходим углубленный анализ деятельности существующих предприятий и разработка направлений развития территориальных инновационно-промышленных кластеров, которые могут улучшить конкурентоспособность страны и стимулировать экономический рост.

Материалы и методы исследования

Для анализа деятельности промышленных предприятий всех отраслей Республики Таджикистан были использованы статистические данные, предоставленные государственными органами, включая Министерство промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, а также данные из научных публикаций отечественных и зарубежных ученых. Исследование опирается на комбинированный подход, включающий как количественные, так и качественные методы, для более полного понимания текущего состояния и перспектив развития промышленности. В рамках количественного анализа были использованы данные о производственных мощностях, объемах выпуска продукции, степени загрузки предприятий и их финансовых показателях. Для качественного анализа проводилось кабинетное исследование, включающее изучение стратегических документов, аналитических отчетов и научных публикаций. Такой многогранный подход позволил выявить ключевые проблемы отраслей промышленности и определить направления для развития территориальных инновационно-промышленных кластеров.

Анализ деятельности промышленных предприятий Республики Таджикистан

В 2023 году объем промышленного производства в Республике Таджикистан составил 46,8 млрд сомони, что на 12% превышает показатель предыдущего года. Рост производства обусловлен развитием горнодобывающей промышленности с темпом роста в 111,7% и обрабатывающей промышленности, продемонстрировавшей рост на 12,3 процента. Темп роста производства электроэнергии составил 7%, а ее доля в общем объеме промышленной продукции достигла 17,8 процента.

Развитие промышленности за отчетный период было обеспечено в следующих регионах: ГБАО (124,5%), Согдийская область (110,7%), Хатлонская область (110%), г. Душанбе (121,1%) и РРП (105%). Согласно официальным данным, в 2023 году в Таджикистане были введены в эксплуатацию 729 новых предприятий с 4846 рабочими местами. Эти новые предприятия за отчетный период произвели продукции на сумму более 300 миллионов сомони.

В 2022 году объем импорта новых технологий по различным отраслям промышленности в Республике Таджикистан составил 1908,71 млн. сомони, что составляет 3,36% от общего объема импорта страны. Этот показатель свидетельствует о начальном этапе технологической модернизации, когда инвестиции в новые технологии уже начали играть роль, но еще остаются на сравнительно низком уровне по сравнению с общим импортом. Наибольшая доля импорта технологий пришлась на горнодобывающую промышленность, составляя 64,7% от общего объема (рисунок 1), что подчеркивает приоритетность вышеназванного сектора для экономики страны и необходимость его модернизации.



Рисунок 1 – Объем импорта технологических линий в сфере промышленности в 2022 г., млн. сомони

Источник: данные, предоставленные Министерством промышленности и новых технологий Республики Таджикистан

В легкой промышленности импортируемые технологии в основном включают запчасти для текстильных и вязальных машин, швейное, прядильное и вязальное оборудование, а также детали для обработки кожи и ремонта обуви. В угольной промышленности импортируются экскаваторы, грузовики, приборы и оборудование для подземной добычи угля, буровые установки и другое специализированное оборудование. В других отраслях промышленности импортируемые технологии включают разнообразные приборы и оборудование, а также технологические линии, необходимые для модернизации и повышения производительности производственных процессов.

В 2023 году зарегистрировано 3444 предприятия, что на 649 больше по сравнению с предыдущим годом. Из этого числа 2894 предприятия функционируют полностью, 426 — работают

сезонно или временно приостановили деятельность, а 124 предприятия вообще не функционируют. В ГБАО остановлено 4 предприятия, в Согдийской области — 29 предприятий, в Хатлонской области — 23 предприятия, в городе Душанбе — 33 предприятия и в РРП — 35 предприятий. Основными причинами временного простоя предприятий являются финансовые проблемы, включая налоговую и банковскую задолженность, арендную плату, выезд владельцев предприятий из страны в период пандемии COVID-19, снижение конкурентоспособности выпускаемой продукции по сравнению с импортной, рост цен на сырье, а также не востребованность и нереализуемость продукции.

Добыча угля в 2023 году в Республике Таджикистан осуществлялась тринадцатью предприятиями на десяти шахтах, общий объем добычи угля за отчетный период составил 2084,1 тыс. тонн. По состоянию на 1 января 2024 года остаток угля на складах предприятий отрасли, с учетом остатков прошлых лет, составил более 252,7 тыс. тонн, что на 79,3 тыс. тонн меньше по сравнению с предыдущим годом. Добыча угля снизилась на 309,4 тыс. тонн по сравнению с 2022 годом, темп роста добычи угля оказался недостаточным из-за снижения экспорта угля с марта по декабрь 2023 года и непродления лицензий компаний ООО «Талко-Ресурс» (на 490,3 тыс. тонн меньше запланированного) и ООО «Гяндж» (на 10 тыс. тонн меньше плана).

За 2023 год объем реализации угля, с учетом баланса прошлого года, составил 2 млн 163,5 тыс. тонн. Из них:

883265,7 тонн (40,8% от общего объема реализации угля) было поставлено на ТЭЦ-2 в г. Душанбе,

334232,9 тонн (15,4%) было поставлено промышленным предприятиям,

718473,4 тонн (33,2%) было реализовано населению и индивидуальным предпринимателям,

76833,5 тонн (3,6%) было поставлено бюджетным учреждениям,

153407,6 тонн (7,0%) было экспортировано.

Экспорт угля снизился на 218,6 тыс. тонн по сравнению с прошлым годом. Основной причиной снижения экспорта в Исламскую Республику Пакистан стало увеличение стоимости транзита через территорию Исламской Республики Афганистан с 7 до 55 долларов США, что привело к росту стоимости угля и снижению его конкурентоспособности на рынке Пакистана. С июня 2023 года экспорт угля в Пакистан прекратился. В связи с этим, предприятия отрасли приняли решение увеличить экспорт угля в Республику Узбекистан, экспортировав за отчетный период 62,7 тыс. тонн угля. Следует отметить, что в 2023 году уголь впервые был экспортирован как автомобильным, так и железнодорожным транспортом. В целом, экспорт угля в Республику Узбекистан увеличивается и по сравнению с 2022 годом вырос на 60 тыс. тонн.

Основные проблемы предприятий угольной отрасли:

Непродление истекших лицензий, что привело к прекращению деятельности шести предприятий;

Недостаток оборотных средств и необходимого объема инвестиций для обеспечения производственных процессов, включая постоянное обслуживание вскрышных и горных работ и осуществление подземной переработки;

Несвоевременная оплата поставленного объема угля «ТЭЦ-2» г. Душанбе, задолженность на 1 января 2024 года составила 172 млн сомони;

Трудности с получением разрешений на транспортные средства для экспорта угля в Республику Узбекистан;

Высокий уровень налоговой нагрузки.

Анализ показателей угольной промышленности Республики Таджикистан в 2023 году выявил как позитивные тенденции, так и значительные проблемы, требующие решения. Остается актуальной необходимость в модернизации производственных процессов, улучшении финансовой дисциплины и создании благоприятных условий для инвестиций.

В 2023 году отмечается рост на уровне 113,2% по сравнению с прошлым годом на предприятиях автомобильной, оборонной и химической промышленности Республики Таджикистан, объем производства которых составил 3697,5 млн сомони.

Отсутствие запасов сырья и необходимых материалов привело ОАО «Таджикская алюминиевая компания» в 2023 году к снижению объемов производства первичного алюминия. Недостаток оборотных средств, проблемы обеспечения сырьем, удаленность от источников сырья, а также старое и изношенное производственное оборудование являются основными факторами, сдерживающими рост объемов производства на предприятии. ОАО «Таджикская алюминиевая компания» в настоящее время использует устаревшие технологии советских времен с низкими технико-экономическими показателями. Отсутствие автоматизированной комплексной системы управления производством приводит к значительным потерям сырья и дополнительным затратам, влияющим на себестоимость первичного алюминия. Использование существующих технологий для производства конкурентоспособного первичного алюминия на мировом рынке становится все более сложным. Существующая технология требует замены на более современные решения с использованием всех доступных возможностей.

Согласно технико-экономическому обоснованию компании «GAMI» Китайской Народной Республики, объем капитальных затрат для модернизации 5-й и 6-й серий ОАО «Таджикская алюминиевая компания» составляет 724,0 млн.долл.США.

Экспорт продукции автомобильной, оборонной и химической промышленности наряду с продукцией ОАО «Таджикская алюминиевая компания» таких как первичный алюминий, алюминиевые профили, металлическая проволока, детские и инвалидные коляски, игрушки для детей и т.д. в страны ближнего и дальнего зарубежья, в частности в Узбекистан, Казахстан, Кыргызстан и европейские страны, составил 149,9 млн.долл.США, что на 27,0 млн.долл.США меньше по сравнению с 2022 годом.

В Яванском районе Хатлонской области при участии Президента Республики Таджикистан, Лидера нации уважаемого Эмомали Рахмона введено в эксплуатацию ООО «Талко Кемикал», которое в 2023 году произвело продукцию на сумму 8,2 млн сомони, обеспечив темп роста 146,4%.

Производством сельскохозяйственной техники и оборудования в республике занимаются три предприятия: ЗАО «Агротехсервис» в городе Гиссар, ЗАО «ТоджИрон» в Душанбе и ЗАО «Новсельмаш» в Спитаменском районе. В 2023 году этими предприятиями произведено сельскохозяйственной и машиностроительной техники на сумму 97,1 млн сомони при темпе роста 138,8%. В 2023 году отечественными предприятиями было собрано 354 трактора различных марок, что на 129 тракторов больше по сравнению с предыдущим годом.

В 2023 году ЗАО «Агротехсервис» выпустило 274 трактора марки «Беларусь», 151 погрузчик, 24 игрушечных банджа, 170 щитов, 127 газонокосилок, 45 картофелесажалок и 45 картофелеуборочных комбайнов. Производство тракторов выросло на 110% по сравнению с 2022 годом.

ЗАО «ТоджИрон» в 2023 году произвело продукции на сумму 21,8 млн сомони, что на 4,0 млн сомони (122,6%) больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. В 2023 году компания увеличила производство тракторов до 80 единиц, что на 19 тракторов больше по сравнению с предыдущим годом. В прошлом году компания также произвела 124 трех- и четырехколесных плуга, 10 газонокосилок, 12 травосборников. Несмотря на увеличение производства, объем тракторов отечественного производства составляет лишь 25,2% потребности страны. Основным фактором, сдерживающим увеличение производства сельскохозяйственных машин и оборудования, является ввоз готовых сельскохозяйственных машин и оборудования из-за границы без уплаты налога на добавленную стоимость и таможенной пошлины.

В 2023 году предприятиями металлообработки и производства металлопродукции в республике произведено в общей сложности 137,3 тыс. тонн продукции на сумму 734,1 миллиона сомони, что на 46,8 тыс. тонн или 250,1 миллиона сомони больше по сравнению с 2022 годом. За этот период темп роста производства различных металлических изделий составил 151,7%.

В Спитаменском районе на заводе ЗАО «Норд Азия Металл» действует современная технологическая линия по производству круглых и квадратных металлических труб и профилей мощностью 60 тыс. тонн продукции в год. В 2023 году объем производства предприятия составил 271,3 млн сомони при темпе роста 105,0%.

В Душанбе создано таджикско-турецкое ООО «Акиа Авесто Автоматив Индастри» с мощностью от 250 до 300 автобусов в год, которое в 2023 году собрало электробусы на сумму 114,1 миллиона сомони, обеспечив рост производства на 36,3%.

В 2023 году предприятия легкой промышленности Таджикистана, включая хлопкоочистительные заводы, произвели продукцию на сумму 5,563.3 миллиона сомони, что на 18,5% больше по сравнению с аналогичным периодом 2022 года. В отрасли было зарегистрировано 125 новых предприятий с общим числом сотрудников 783 человека. Из них 8 предприятий и цехов были открыты при участии Президента Республики Таджикистан, Лидера нации Эмомали Рахмона.

В 2023 году производство хлопкового волокна достигло 126 тысяч тонн, что на тысячу тонн меньше по сравнению с предыдущим годом. Объем производства хлопкового каната составил 23,14 тысячи тонн, что соответствует темпу роста в 112,8%. Текстильные фабрики произвели 29,1 миллиона квадратных метров хлопчатобумажной ткани.

В рамках поддержки и приглашения Министерства промышленности и новых технологий РТ в стране зарегистрировано представительство компании «БТК-Групп» из Российской Федерации с целью создания текстильного комплекса. Компания «БТК-Групп» строит в СЭЗ «Куляб» текстильный комплекс мощностью 43 000 тонн хлопкового каната в год. Этот проект обеспечит трудоустройство более 2000 человек. Данная компания обратилась с просьбой выделить 10 тысяч гектаров земли под посев хлопка, с планом увеличить площадь выращивания хлопка до 20 000 гектаров для обеспечения текстильного комплекса в городе Кулябе, стоимостью более 250 миллионов долларов США. Компания также модернизировала оборудование для переработки хлопка и хлопкового волокна в Спитаменском районе и заменила необходимые запасные части прядильного оборудования ООО «ХимаТекстиль» на базе завода в Яванском районе.

В рамках реализации Программы развития ковровой отрасли в Республике Таджикистан на 2021-2025 гг. произведено более 5,85 миллиона квадратных метров ковров. В марте 2023 года Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон открыл на ООО «Кайрокум Ковры» фабрику по производству

узорчатых ковров с тафтовой поверхностью. Новый завод ориентирован на производство импортозамещающей продукции, позволяющей полностью удовлетворить потребности внутреннего рынка и одновременно наладить экспорт данного вида продукции.

В рамках Программы развития коконоводческой и коконоперерабатывающей промышленности в Республике Таджикистан на 2020-2024 годы было запланировано производство 900 тонн коконов, однако из-за неблагоприятных погодных условий произведено только 213 тонн, что составляет 57% от плана.

Несмотря на значительные успехи и развитие производственных мощностей, отрасль легкой промышленности Таджикистана сталкивается с рядом вызовов, включая обеспечение сырьем и улучшение сотрудничества с местными властями и международными партнерами. Для дальнейшего роста и стабильного развития необходимо продолжать инвестиции в модернизацию оборудования и расширение производственных площадей.

Предприятия в сфере производства строительных материалов осуществляют свою деятельность, используя местное сырье, что позволяет обеспечивать высококачественной продукцией строительные, жилые, гидроэнергетические и дорожно-строительные объекты. Согласно отчету, в 2023 году предприятия отрасли произвели продукции на сумму 4,0 миллиарда сомони, что на 371,5 миллиона сомони больше по сравнению с предыдущим годом, темп роста составил 110,2%.

В отчетный период было произведено 4,4 миллиона тонн цемента, 205,8 миллиона штук кирпича, 67,0 миллиона штук цементного кирпича, 865,5 тысячи штук гипсокартона, 2,6 миллиона штук асбестовой кровли (шифера), 1,6 тысячи тонн строительной краски, а также песка и гравия — 1,6 миллиона кубических метров, строительного бетона — 471,9 тысячи кубических метров, камня — 45,3 тысячи квадратных метров, мраморного камня — 8,7 тысячи квадратных метров, декоративных камней — 27,5 тысячи квадратных метров. В последние шесть лет предприятия по производству цемента полностью удовлетворяют внутренние потребности рынка и одновременно экспортируют продукцию в соседние страны. Объем экспорта цемента составил 21,1% от общего объема произведенного цемента за этот период. Снижение экспорта цемента объясняется увеличением количества новых предприятий по производству цемента в соседнем Узбекистане.

В 2023 году с привлечением отечественных и иностранных инвестиций было построено и введено в эксплуатацию 50 новых заводов на сумму 145,0 млн долларов США, которые создали 965 рабочих мест. Особенно значимыми были открытия, проведенные при участии Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона, а именно, были открыты 4 камнеобрабатывающих производства в городе Хорог, производство цемента в г. Душанбе, производство железных и бетонных изделий, обработка стекла в городе Худжанд, производство гипсокартона и штукатурных порошков в Яванском районе.

ООО «Мохир Цемент» в Яванском районе совместно с китайскими партнерами запустило крупный производственный комплекс на участке площадью 6,3 га. Комплекс обладает мощностью переработки 200 000 тонн гипса и производства 30 млн квадратных метров гипсовых листов в год. Инвестиции в проект составили 30 млн долларов США. Открытие завода, на котором создано 150 новых рабочих мест, состоялось 15 декабря 2023 года при участии Президента Республики Таджикистан уважаемого Эмомали Рахмона. Вместе с заводом в эксплуатацию были введены другие производственные объекты: по производству потолочных панелей, гипсовых штукатурок и разнообразных тонколистовых профилей.

Для увеличения производства импортозамещающей промышленной продукции в Душанбе начато строительство завода по производству декоративной плитки (черепицы) мощностью 3,5 млн м² в год с привлечением иностранного капитала в размере 40 миллионов долларов США. Закладка завода состоялась 30 августа 2023 года, и его строительство и сдача в эксплуатацию планируются в течение года. Ежегодный импорт этого вида продукции в страну составляет до 40 миллионов долларов США.

Для развития отрасли и увеличения объемов производства отечественной промышленной пищевой продукции в 2023 году было построено и введено в эксплуатацию 160 промышленных предприятий с созданием 866 рабочих мест. Среди новых предприятий выделяются «Ганджи Сомон» и «Мурги Бебахо» в городе Гулистон, предприятие «Анко-Инвест» в Бобожон Гафуровском районе, предприятие по производству сухофруктов и макаронных изделий «Ратель Паста» в Дарвозском районе, первое предприятие по переработке и упаковке арахиса «Джафар» в Мастчохском районе и фабрика кондитерских изделий «Оби Ховалинг» в Ховалингском районе. Открытие этих предприятий прошло при непосредственном участии Президента страны, Лидера нации, уважаемого Эмомали Рахмона.

Особое внимание и предоставление налоговых льгот способствуют расширению сотрудничества со всемирноизвестными компаниями стран Европы и Азии по импорту передовых технологических линий и оснащению ими отечественных производств, а также увеличению объемов производства.

Рост производства продукции пищевой промышленности в 2023 году обусловлен главным образом увеличением производства макаронных изделий на 130,2%, комбикормов для птиц и животных на 117,5%, безалкогольных напитков на 131,1%, минеральной воды на 113,9%, поваренной соли на 118,4%, солёного экстракта на 141,9%, мяса на 103,5%, мяса птицы на 112,5%, пшеничной муки на 101,2%, молочной продукции на 109,4%, мороженого на 133,7%, плодоовощных консервов на 105,9%, растительного масла на 100,5%, ячменной воды на 104,2% и сигарет на 127,8%.

В результате реализации принятых мер положение отечественной продукции на внутреннем рынке стабилизировалось, а её экспорт в зарубежные страны, включая страны Содружества Независимых Государств, Америку и Европу, продолжает стабильно расти. В 2022 году продукция пищевой промышленности на сумму 42,9 млн долл. США была отправлена на экспорт. Экспортная продукция включает в себя 81849,7 тонн сухофруктов, 27402,3 тонны безалкогольных напитков, 577,0 тонн соли, 1911,2 тонны плодоовощных консервов, 37,7 тонн алкогольной продукции, 7082,2 тонны муки, 445,9 тонн кондитерских изделий, 664,0 тонн желатина.

Увеличение объёма экспорта продукции пищевой промышленности Республики Таджикистан в 2023 году достигнуто благодаря значительному росту экспорта сухофруктов на 158,0%, газированных напитков на 180,3%, пшеничной муки на 113,4%, алкогольной продукции на 1287,2% и комбикормов для птиц и животных на 205,1%.

Министерство промышленности и новых технологий РТ курирует шесть учреждений высшего и среднего профессионального образования: Технологический университет Таджикистана и его филиал в городе Исфара, Институт технологии и инновационного менеджмента в Кулябе, Горно-металлургический институт Таджикистана, Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана, Горный колледж имени С. Юсуповой. В подчинении министерства также находятся два государственных научно-исследовательских учреждения - НИИ «Гизо» и Научно-исследовательский институт промышленности, а также три типовых учреждения, включая два инновационных лица: «Душанбе» при Технологическом университете Таджикистана и «Сохибкор» при Международном университете туризма и предпринимательства Таджикистана.

В 2023 году в подведомственных образовательных учреждениях обучается более 15351 человек. Учебный процесс организован на 28 факультетах по 216 специальностям (из них 112 производственных) и на 73 кафедрах, где работают 1752 преподавателя и сотрудника, включая 62 доктора наук и 291 кандидат наук. Эти специалисты активно занимаются научной и исследовательской деятельностью. На промышленных предприятиях страны созданы 54 филиала ведомственных и учебных заведений, подведомственных министерству.

Научно-образовательные учреждения, подведомственные Министерству промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, заключили более 368 международных соглашений о сотрудничестве и обмене. Руководство Министерства оказывает особое внимание текущей деятельности научно-образовательных учреждений с акцентом на расширение сотрудничества с промышленными предприятиями, а также высокую значимость повышения уровня знаний и квалификации преподавателей и наставников. Совместная работа учебных заведений с промышленными компаниями нацелена на подготовку специалистов в сфере промышленности, отвечающих современным требованиям и будущим потребностям экономики.

Направления развития территориальных инновационно-промышленных кластеров в Таджикистане

Определение основных направлений развития промышленности региона невозможно без учета влияния технического прогресса, который является в большинстве случаев первопричиной для установления специализации, комбинирования и размещения производств на территории страны [6]. Общее представление о размещении производительных сил промышленности по регионам РТ, а, следовательно, их отраслевой структуры, дают данные таблицы 1.

Таблица 1 – Региональная структура размещения производительных сил промышленности в 2022 г., %

Регионы	Предприятия	Промышленная продукция	Промышленно-производственный персонал
Согдийская область	30,69	56,54	37,87
Хатлонская область	25,66	25,08	25,57
г. Душанбе	21,77	8,22	18,37
РРП	18,59	9,73	15,71
ГБАО	3,28	0,43	2,48

Источник: рассчитано на основании [5]

Согласно данным таблицы 1 следует отметить, что промышленное производство размещено в четырех регионах республики – Согдийской, Хатлонской областях, г. Душанбе и РРП. В Согдийской и Хатлонской областях размещено преимущественно материалоемкое промышленное производство, а в г. Душанбе и РРП – трудоемкое, поскольку в Согдийском и Хатлонском регионах доля производства промышленной продукции выше, чем промышленно-производственный персонал, тогда как в г. Душанбе и РРП выше доля промышленно-производственного персонала, чем производство промышленной продукции в общем объеме промышленной продукции в целом по Республике Таджикистан. Уровень территориальной концентрации промышленного производства по регионам страны (кроме ГБАО)

является достаточно высоким. Однако, несмотря на то, что в большинстве регионов Таджикистана промышленность является многоотраслевой и представлена различными промышленными предприятиями, многие из них (производство металлических изделий, химическая, деревообрабатывающая, промышленность строительных материалов, пищевая, швейная и другие отрасли промышленности) являются мелкими предприятиями с годовым объемом промышленного производства, не превышающем 1 млн. сомони.

Выбор стратегических направлений инновационного развития отдельных промышленных секторов и определение приоритетов в их управлении зависят от анализа конкурентных преимуществ различных регионов страны [3]. Эти регионы способны принять передовые технологии и развить высококвалифицированные кадры, что делает акцент на территориальные инновационно-промышленные кластеры особенно важным. Кластеры представляют собой совокупность предприятий (промышленных компаний, исследовательских центров, научных учреждений), государственных органов, профсоюзов и специализированных поставщиков, сосредоточенных в определенном регионе и связанных технологической цепочкой. Этот подход способствует созданию синергетического эффекта, способствующего укреплению конкурентоспособности всего региона.

Согласно М.Р. Курбонову [2], создание кластеров играет важную роль в укреплении сотрудничества между государственным сектором, бизнес-сообществом и наукой, требуя учета экономических и социально-демографических аспектов. Мы разделяем его точку зрения о том, что кластеры способствуют повышению конкурентоспособности отечественных компаний. Организация кластеров предоставляет ряд преимуществ: а) оптимизирует использование ресурсов, позволяя предприятиям взаимодействовать в области сырья, технологий и научных разработок; б) способствует снижению затрат на маркетинг и продвижение продукции благодаря совместному выходу на рынок; в) способствует развитию инновационной инфраструктуры, что поддерживает рост инноваций и улучшает конкурентоспособность региона в целом. Регионы Республики Таджикистан обладают значительным потенциалом для развития инновационных промышленных кластеров, способствуя устойчивому экономическому развитию страны.

В Национальной стратегии развития на период до 2030 г. отмечается, что на этапе перехода к новой модели индустриально-инновационного развития «...будут организованы работы по проведению необходимых исследований и подготовительных мероприятий по созданию основ для ускоренного развития регионов страны». Поскольку ускоренное развитие регионов возможно лишь на основе укрепления их промышленного потенциала, то научное обоснование создания территориальных инновационно-промышленных кластеров является весьма актуальным. При этом приоритетные направления развития региона определяются как ведущие отрасли и сферы деятельности, которые играют ключевую роль в достижении основных целей его всеобъемлющего социально-экономического развития, то есть обладают высоким потенциалом мультипликативного воздействия на развитие региона.

Например, в Согдийской и Хатлонской областях, создание кластера по производству хлопчатобумажных тканей и текстиля может быть обосновано тем, что области занимает лидирующие места в производстве хлопка-волокна, наличие местных ресурсов и опыта в этой сфере. В 2022 году общий объем производства хлопка-волокна в Хатлонской и Согдийской областях составили 81900 тн. и 40700 тн., что соответственно составляет 64,4% и 32,0% от общего объема производства хлопка-волокна в Таджикистане. При этом текстильное и швейное производство в Хатлонской области уже занимает 61,2%, а в Согдийской области - 29,9% [5]. Благоприятное расположение Хатлонской области к границе с Афганистаном способствует развитию экспорта текстильной продукции. Для успешной организации текстильного и швейного производства ключевыми аспектами являются наличие высококвалифицированных специалистов, доступ к сырью и возможность получения налоговых льгот и других форм государственной поддержки. Внедрение инноваций может включать применение современных технологий в обработке и производстве текстильных материалов, а также создание новых дизайнов и продуктов, способных удовлетворить требования современного рынка.

Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике Согдийской и Хатлонской областей. Создание кластера по переработке плодоовощной продукции, производству сухофруктов и консервированных продуктов будет способствовать увеличению доли переработки сельскохозяйственной продукции на месте. Применение современных технологий позволит улучшить качество и сохранность продукции. Внедрение инновационных элементов включает использование новых технологий производства и упаковки, разработку уникальных вкусовых и функциональных свойств продуктов, а также новых методов консервирования и длительного хранения. Организация производства меда и других пчелопродуктов в Хатлонской области может успешно осуществляться, учитывая богатые традиции и опыт местных пчеловодов. Как отмечает Саидмуродов Л.Х., на этапе ускоренного развития, основанного на инвестициях, предусматривается создание «...агропромышленных кластеров и предприятий по полной переработке хлопка-волокна, кожсырья, коконов, винограда, фруктов и других видов продукции сельского хозяйства» [7].

Хатлонская и Согдийская области благоприятны для развития шелководства благодаря своему климату, почвам и накопленному опыту в выращивании шелкопряда, что создает отличные условия для формирования кластера по производству шелковых тканей и изделий. В рамках такого кластера можно разрабатывать новые дизайны шелковых изделий, проводить маркетинговые исследования и применять современные методы продвижения товаров. Для развития шелководства в этих областях необходимо реализовать мероприятия, направленные на повышение качества шелкового сырья, улучшение производственных технологий и внедрение современных методов обработки и переработки шелка. Это не только укрепит позиции регионов в производстве шелковых изделий, но и создаст новые рабочие места, а также привлечет инвестиции в их экономику.

В Согдийской области возможно создание кластера в химической промышленности, включая производство удобрений, пластмасс и химических веществ, а также в машиностроении и металлообработке для производства сельскохозяйственной и строительной техники, металлообрабатывающего оборудования и других металлических изделий.

Развитие высокотехнологичных секторов становится одним из важных направлений инновационного развития промышленности в Таджикистане. Например, информационные технологии представляют собой потенциальную сферу, где страна может улучшить свои позиции, развивая компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения и другими ИТ-услугами как для внутреннего, так и для международного рынков. Инновационная экономика на основе применения информационных технологий, способствует быстрой обработке больших объемов данных и проведению коммерческих операций [1].

Хатлонская область представляет собой перспективную территорию для внедрения альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели. Развитие кластера по производству солнечных панелей и альтернативной энергетики играет ключевую роль в стимулировании экономического роста региона. Кроме того, область обладает значительными природными ресурсами, такими как глина, песок, камень и др., которые могут быть использованы для производства строительных материалов. Развитие этих отраслей способствует созданию новых рабочих мест и укреплению экономического потенциала области. Также в Хатлонской области уже действуют несколько промышленных предприятий, которые могут быть переориентированы на производство автомобильных компонентов и запчастей, что дополнительно способствует развитию местной экономики.

В Горно-Бадахшанской автономной области создание кластера для производства органических продуктов обосновано наличием уникальных экологически чистых территорий с благоприятными условиями для выращивания овощей, фруктов, зерновых, ягод и другой органической продукции. В 2021 году общий объем производства овощей, фруктов и ягод в ГБАО составил более 35 тысяч тонн. Кластер по производству органических продуктов питания может включать фермерские хозяйства, производителей удобрений и другие компании, связанные с агробизнесом.

Горно-Бадахшанская автономная область представляет собой привлекательный регион для туристов благодаря своему богатому историческому и культурному наследию, а также уникальной природной среде. Формирование туристического кластера включает в себя развитие гостиничного бизнеса, ресторанов, транспортных услуг и других компонентов инфраструктуры, поддерживающих туристическую деятельность. Наличие значительных запасов золота, серебра, редких металлов и других полезных ископаемых способствует созданию кластера в области добычи природных ресурсов, включая горнодобывающие предприятия, производителей оборудования для горной промышленности и логистические компании, обеспечивающие транспортировку материалов. Развитие производства шерсти и шерстяных изделий в ГБАО имеет значительный потенциал благодаря благоприятным условиям для разведения скота и получения высококачественной шерсти. Регион также может использовать свои природные ресурсы, такие как водные и горные ресурсы, для генерации энергии из гидро-, ветро- и солнечных источников. Кластер производства энергии включает в себя энергетические компании, производителей оборудования для энергетических установок, инженерно-консультационные фирмы и другие специализированные услуги, связанные с энергетическим сектором.

Город Душанбе представляет собой оптимальное место для развития медицинского кластера в Таджикистане благодаря развитой инфраструктуре, доступу к современным технологиям и потенциалу для международного взаимодействия. Наличие уже функционирующих медицинских центров и лабораторий создает необходимую базу для развития. Также город обладает потенциалом для развития медицинского туризма и фармацевтической промышленности.

Лидер нации, Основатель мира и национального единства, Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон в своем Послании Маджлиси Оли Республики Таджикистан в 2022 г. отметил: «Хотя фармацевтическая промышленность в последние годы развивается, в настоящее время в стране налажено производство 540 видов лекарств, объем производства сферы по сравнению с 2021 годом увеличился в 3 раза, но неиспользованных возможностей в этом направлении всё ещё много» [4]. Такой кластер может быть успешно развит и в других крупных городах Таджикистана таких как Худжанд или Куляб.

Промышленные предприятия региона РРП сконцентрированы в основном в Гиссарской зоне. В этом районе преобладают предприятия строительной и пищевой промышленности, а также несколько предприятий цветной металлургии. Последующее развитие промышленности в регионе возможно благодаря созданию новых производственных мощностей по глубокой переработке сельскохозяйственной продукции. В частности, в городах Гиссар и районах Рудаки и Шахринав планируется открытие предприятий текстильной, швейной и плодоовощной промышленности.

Заключение

Анализ деятельности промышленных предприятий Республики Таджикистан выявил положительные тенденции в их развитии, резервы для повышения эффективности и конкурентоспособности, так и значительные проблемы. Несмотря на относительно стабильный рост в некоторых отраслях, промышленность страны все еще сталкивается с проблемами низкой конкурентоспособности, высоким уровнем налоговой нагрузки, отсутствием диверсификации и ограниченными инвестициями в новые технологии. Создание и развитие территориальных инновационно-промышленных кластеров представляют собой перспективный путь для достижения устойчивого экономического роста и интеграции передовых технологий. Для реализации этого стратегического направления необходимо активное сотрудничество между государством, бизнесом и научными кругами, что обеспечит максимальную эффективность использования имеющихся ресурсов и создание новых возможностей для развития экономики Таджикистана.

Рецензент: Джурбаев Т.Дж. – доктор экономических наук, профессор кафедры государственного и местного управления Международного университета туризма и предпринимательства Таджикистана

Литература

1. Вербин А.А., Вербин А.А. Экономика информационного общества: монография. – СПб.: ИД «Петрополис», 2015. – С.33.
2. Курбонов М.Р. Кластеризация - основа повышения эффективности интегрируемых структур в хлопковом подкомплексе //Вестник ТНУ (научный журнал) //Серия социально-экономических и общественных наук. - Душанбе: «СИНО», 2016. - 2/3(201). - С.-95-101.
3. Мукимова, Н.Р. Анализ и оценка конкурентоспособности регионов Республики Таджикистан / Мукимова Н.Р. // Вестник Таджикского Национального Университета (серия социально-экономических и общественных наук) - № 2/7 (178). Душанбе: СИНО – 2015 – С. 191-198, ISSN 2413-5151.
4. Послание Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона «Об основных направлениях внутренней и внешней политики республики» от 23.12.2022. URL: <https://khovar.tj/rus/2022/12/poslanie-prezidenta-respubliki-tadzhikistan-uvazhaemogo-emomali-rahmona-ob-osnovnyh-napravleniyah-vnutrennej-i-vneshnej-politiki-respubliki/>
5. Промышленность Республики Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. 2023. – 94 с.
6. Рахимов Р.К., Довгялло Я.П. Предпосылки инновационного развития экономики Республики Таджикистана / Институт экономики и демографии АН Республики Таджикистан. – Душанбе: Дониш, 2018. – 217 с.
7. Саидмуродов Л.Х. Стратегические ориентиры реализации экономического потенциала Республики Таджикистан// Вестник ПИТТУ им. академика М.С.Осими. – 2017. - №3(4). – С.64-71.

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

TJ	RU	EN
Мукимова Наргис Рустамовна н.и.и., дотсент	Мукимова Наргис Рустамовна к.э.н., доцент	MukimovaNargisRustamovna Candidateofeconomicscience, Assistant professor
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им ак. М.С. Осими	Tajik Technical University named after ac. M.S. Osimi
E-mail: mnargis@yandex.ru		
TJ	RU	EN
Холмуродова Татьяна Насимовна Муаллими калон	Холмуродова Татьяна Насимовна Старший преподаватель	Kholmurodova Tatyana Nasimovna Senior lecturer
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им ак. М.С. Осими	Tajik Technical University named after ac. M.S. Osimi
E-mail: t.kholmurodova@mail.ru		

УДК 314.6.18 (575.3)

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОМОХОЗЯЙСТВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Х.С. Исломов, Н.С. Садуллоева

Институт экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана

В данной статье сделана попытка показать, что с переходом к рыночной экономике низкий уровень заработной платы, нехватка денег на покупку продовольственных и непродовольственных товаров, может привести к снижению покупательной способности населения. Проведён сравнительный анализ среднемесячной номинальной начисленной заработной платы, средних цен на отдельные продовольственные товары в Республике Таджикистан в период 2015-2022 гг. Изучение этой проблемы имеет важное значение для решения не только демографических, но и ряда других социально-экономических проблем.

Ключевые слова: тенденция, домохозяйство, население, рыночная экономика, бюджет, доходы, расходы, миграция.

ТАҲЛИЛИ ДИНАМИКАИ ҚОБИЛИЯТИ ХАРИДОРИИ ХОНАВОДАҶО ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Х.С. Исломов, Н.С. Садуллоева

Дар ин мақола кӯшиш карда нишон дода шудааст, ки гузариш ба иқтисоди бозорӣ, сатҳи пасти музди меҳнат, норасоии пул барои хариди маҳсулоти хӯрокворӣ ва ғайрихӯрокворӣ метавонад ба коҳиши қобилияти харидорӣ аҳоли оварда расонад. Таҳлили муқоисавии музди миенаи номиналӣ, нархи миенаи молҳои алоҳидаи озӯқаворӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва тағйироти байни солҳо гузаронида шуд. Омӯзиши ин масъала на танҳо барои ҳалли масъалаҳои демографӣ, балки барои як қатор масъалаҳои дигари иҷтимоию иқтисодӣ низ муҳим аст.

Калидвожаҳо: тамоюл, хонавода, аҳоли, иқтисоди бозорӣ, буҷет, даромад, хароҷот, муҳоҷират.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF PURCHASING POWER OF HOUSEHOLDS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Kh.S. Islomov, N.S. Sadulloeva

This article makes an attempt to show that with the transition to a market economy, low wages and a lack of money to purchase food and non-food products can lead to a decrease in the purchasing power of the population. A comparative analysis of the average nominal wage, average prices for individual food products in the Republic of Tajikistan and the changes occurring between years was carried out. The problems of women's external labor migration have been studied, statistical data and the share of the female population in the country's migration processes have been summarized. The study of this problem is important for solving not only demographic, but also a number of other socio-economic problems.

Keywords: trend, household, population, market economy, budget, income, expenses, migration.

Введение

С переходом страны к рыночной экономике многие домохозяйства стали более серьёзно задумываться о своем семейном бюджете. Молодые люди, начавшие совместную жизнь, нередко сталкиваются с такими проблемами, как нехватка денег и неправильное расходование семейного бюджета.

Известно, что во многих домохозяйствах объём бюджета непосредственно влияет на качество и уровень жизни членов домохозяйства. Особенно это проявляется при использовании бюджета домохозяйства. Если членов домохозяйства будет меньше, то бюджет домохозяйства будет способствовать повышению качества и уровня жизни членов домохозяйства. Если наоборот, членов домохозяйства будет больше, средств для повышения качества и уровня жизни членов домохозяйства окажется меньше [2, 174–181].

Перед составлением семейного бюджета предстоит детально изучить текущую ситуацию. Придётся точно подсчитать, какой доход получает домохозяйство в месяц, и какая его часть уходит на расходы. Для этого необходимо в течение месяца фиксировать все поступившие доходы, а также расходы членов домохозяйства.

Уровень дохода мужа и жены играет важную роль в сохранении стабильности домохозяйства. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата является тем индикатором, который определяет многие материальные и духовные потребности домохозяйств (табл. 1).

Анализ статистических данных таблицы 1 показывает, что самая высокая среднемесячная номинальная начисленная заработная плата среди регионов Республики Таджикистан в городе Душанбе, потом идёт ГБАО, потом – Согдийская область, потом – РРП и Хатлонская область [3, 152]. Из данных таблицы 1 также видно, что во всех регионах Республики Таджикистан наблюдается рост среднемесячной номинальной начисленной заработной платы. Если в 2015 г. среднемесячная номинальная начисленная заработная плата по республике составляла 878,91 сомони, то в 2022 г. уже 1760,29 сомони, то есть выросла на 100,4 % [7, 138].

Таблица 1– Тенденция среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников предприятий и организаций в регионах Республики Таджикистан за 2015-2022 гг., в сомони

Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Всего по республике								
Среднемес. номинальн. начислен. заработная плата	878,91	962,16	1144,19	1233,82	1335,52	1393,78	1540,84	1760,29
г. Душанбе								
Среднемес. номинальн. начислен. заработная плата	1526,64	1619,53	1800,53	1935,30	2040,49	2080,81	2282,97	2572,45
ГБАО								
Среднемес. номинальн. начислен. заработная плата	701,53	796,94	917,03	1034,72	1200,35	1347,36	1459,28	1636,21
Согдийская область								
Среднемес. номинальн. начислен. заработная плата	696,80	774,23	1012,97	1072,28	1182,69	1236,26	1418,81	1632,82
Хатлонская область								
Среднемес. номинальн. начислен. заработная плата	645,05	714,13	843,39	913,30	998,54	1053,78	1143,19	1305,07
РРП								
Среднемес. номинальн. начислен. заработная плата	832,24	901,81	968,57	1038,24	1120,09	1192,85	1274,72	1450,52

Источник: [6, 138]

До распада СССР заработная плата работников бюджетных организаций и других сфер деятельности стояла на первом месте и её хватало на удовлетворение как материальных, так и духовных потребностей семьи [11]. Низкий уровень заработной платы и финансовая неспособность содержать домохозяйство, вынудили как мужчин, так и женщин, к внешней трудовой миграции.

Анализ статистических данных показывает, что доля участия женщин во внешней трудовой миграции в 2015 году составила 12,8%, а в 2022 г. она увеличилась и составила 15,6% [1]. Увеличение доли женской внешней трудовой миграции до некоторой степени улучшает социально-экономическое положение домохозяйств.

Можно утверждать, что главной причиной женской внешней трудовой миграции является стремление женщины к благосостоянию своего домохозяйства, в том числе приобретение продовольственных товаров и предметов первой необходимости для улучшения жизнедеятельности домохозяйства.

Хотелось бы отметить, что в последние годы повышение цен на некоторые продовольственные товары снижает покупательную способность населения, что также вынуждает женщин к выезду с целью заработка за пределы страны (табл. 2).

Из данных таблицы 2 видно, что в Республике Таджикистан за период с 2015 г. по 2022 г. средние цены на продовольственные товары год за годом увеличиваются. Если средние цены в 2015 г. в общем составляли 227,76 сомони, то уже в 2022 г. они увеличились и составляли 404,88 сомони. В процентном выражении она составляет – 77,9%.

Таблица 2 – Динамика цен на отдельные продовольственные товары по Республике Таджикистан за период 2015 – 2022 гг., в сомони за кг, литр, штук

Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Хлеб пшеничный	4,08	4,78	4,84	4,42	4,42	4,42	3,21	3,60
Говядина	33,41	31,17	33,59	36,30	43,05	50,87	59,00	61,84
Мясо птицы	15,18	16,13	17,70	20,54	24,81	24,84	28,21	30,94
Молоко	3,47	3,41	3,75	3,81	3,89	4,07	4,37	5,42
Кефир	3,03	3,28	3,71	3,95	4,55	4,11	4,27	6,67
Сметана	17,41	17,91	19,91	20,10	21,46	22,86	21,91	27,15
Творог	14,85	15,27	17,20	18,20	18,73	18,12	20,34	21,30
Сыр	35,91	37,71	39,05	40,90	45,74	49,00	51,47	56,23
Яйца (за 10 шт)	6,95	7,40	8,15	8,38	8,52	9,03	10,33	11,14
Сахар-песок	5,62	6,98	7,45	6,70	6,77	7,22	9,37	10,64
Капуста	2,09	1,69	2,54	2,15	3,10	2,33	2,66	4,34
Масло растительное	9,02	10,48	11,55	11,52	12,00	13,11	20,39	22,22
Рыбопродукты	25,20	28,20	30,15	33,72	33,10	37,34	39,70	39,87
Картофель	2,13	1,87	3,85	2,85	2,70	4,00	3,90	3,96
Лук репчатый	1,96	1,40	3,00	1,75	2,40	1,99	1,72	3,78
Морковь	1,59	1,55	2,40	2,10	2,68	1,80	3,79	2,89
Рис	8,31	8,01	7,69	8,14	10,00	9,50	14,09	14,73
Макаронные изделия	5,18	5,71	6,25	6,24	6,69	8,33	8,90	10,37
Яблоки	7,02	7,06	7,15	7,35	6,60	8,57	7,55	7,21
Горох, фасоль, чечевица	8,17	12,20	16,25	15,85	13,12	12,49	14,90	18,06
Соль	0,87	0,92	1,10	1,12	1,13	1,02	1,73	1,62
Чай	16,31	25,63	31,10	34,05	34,50	35,25	35,25	40,90
Всего	227,76	248,76	278,38	290,14	309,96	330,27	367,06	404,88

Источник: [8, 77-78]

Постановлением Правительства Республики Таджикистан «О минимальном наборе продуктов питания для основных социально-демографических групп населения по Республике Таджикистан» от 26 февраля 2022 года, №76 [5], можно сказать, что правильное питание, соблюдать норму употребления продуктов питания каждый день (в сутки), можно сохранить организм не только здоровым, но также одновременно можно вести здоровый образ жизни (табл. 3).

Известный демограф республики, Исламов С.И., отметил, что, когда мы на рынке покупаем продукты или, скажем, овощи, то обычно смотрим на их цвет, срок годности, сочность, размер, запах. Иногда продавцы угощают, и чувствуешь их вкус, гнилость, вялость кожуры и т.д. Соответственно этому мы даём оценку качеству употребляемой покупаемой продукции [4, 288].

Уровень питания, особенно сбалансированного по белкам, жирам, углеводам, незаменимым аминокислотам играет важную роль в обеспечении продолжительности жизни и появления здорового поколения детей [10, 166].

Таблица 3– Минимальный набор некоторых продуктов питания на душу населения и на среднюю численность домохозяйств по Республике Таджикистан в 2022 г., в сомони

Наименование продуктов питания	Употребление продуктов питания на душу населения в сутки, в граммах	Употребление продуктов питания в месяц, в кг, граммах, литрах	Цена	На душу населения (сумма)	Средняя числен. домохозяйств	Средн. числен. домохозяйств (сумма)
Хлеб пшеничный	303,48	9,3	3,60	33,26	6,4	212,91
Говядина	30,0	0,915	61,84	56,58	6,4	362,13
Мясо птицы	50,0	1,5	30,94	46,41	6,4	297,0
Молоко	274,0	8,4	5,42	45,5	6,4	291,2

Продолжение таблицы 3						
Кефир	274,0	8,4	6,67	1,8	6,4	11,69
Сметана	16,0	0,488	27,15	13,25	6,4	84,8
Творог	10,0	0,305	21,30	6,49	6,4	41,5
Сыр	8,0	0,244	56,23	13,7	6,4	87,6
Яйца (за 10 шт)	0,5	16,2	1,4	22,7	6,4	145,2
Сахар-песок	54,8	1,7	10,64	18,08	6,4	115,7
Капуста	166,0	5,06	4,34	21,96	6,4	140,5
Масло растительное	36,16	1,1	22,22	24,50	6,4	156,8
Рыбопродукты	25,0	0,763	39,87	30,42	6,4	194,6
Картофель	252,06	7,7	3,96	30,43	6,4	194,75
Лук репчатый	41,29	1,3	3,78	4,91	6,4	31,42
Морковь	41,32	1,3	2,89	3,75	6,4	24,0
Рис	40,46	1,2	14,73	17,67	6,4	113,08
Макаронные изделия	10,00	0,305	10,37	3,16	6,4	20,24
Яблоки	340,17	10,37	7,21	74,76	6,4	478,51
Горох, фасоль, чечевица	30,9	0,942	18,06	17,01	6,4	108,88
Соль	5,0	0,153	1,62	2,47	6,4	15,8
Чай	1,28	39,04	40,90	15,95	6,4	102,08
Всего				504,76		3230,39

Источник: [8, 77-78]

Из статистических данных за 2022 г. также можно рассмотреть цены (в сомони) на некоторые выборочные непродовольственные товары:

Костюм (пиджак) мужской – 864,07

Брюки мужские – 191,45

Сорочка мужская – 135,13

всего – 1190,65

Пальто женское – 1371,39

Юбка женская – 129,64

Туфли женские – 298,47

всего – 1799,5

Куртка детская 223,20

Ботинки детские – 184,86

Всего – 408,06

Итого – 3398,21

Источник: [9, 79,80]

Источником дохода домохозяйств является производственное предпринимательство и оказание услуг. Часть домохозяйств сама реализует свою продукцию на рынке (в зависимости от наличия подходящих рабочих рук в семье), другая часть продаёт свою продукцию посредникам. Бывают следующие источники дохода [3, 152]:

- предпринимательская деятельность;
- денежные переводы от трудовых мигрантов;
- пенсии, стипендии и пособия;
- доход от долгосрочной сдачи квартиры в аренду.

Из вышеперечисленных данных видно, что большое число расходов домохозяйств уходит на некоторые выборочные непродовольственные товары, что составляет 3398,21 сомони. При этом среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников предприятий и организаций всего по республике за 2022 год составляет 1760,29 сомони. Низкая оплата труда является одной из острых проблем населения Республики Таджикистан. Поскольку именно от оплаты труда зависит благосостояние населения и эффективность производства предприятия.

Вывод

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что низкий уровень заработной платы, нехватка денег и рост безработицы приводят к снижению покупательной способности населения.

Выявлено, что улучшение экономического положения домохозяйств за счёт роста заработной платы и стабильности цен расширяет их доступ и может принести к новым жизненным ценностям, к новым желаниям.

Рекомендуется составлять план бюджета семьи на месяц, на год и на несколько лет. Необходимо научиться выявлять и сокращать ненужные расходы, а также создавать запасы. Необходимо откладывать наличие достаточных денег для достижения цели (мечты), что позволит чувствовать себя более спокойно и уверенно в случае непредвиденной ситуации. Необходимо задуматься о планировании семьи.

Рецензент: Комилзода Я.К. – д.э.н., доцент, заведующий кафедрой экономической теории Таджицкого национального университета.

Литература

1. Бабаев А.А. Научно-практический семинар ИЭИД, НАНТ, г. Душанбе, 20.12. – 2023 г.
2. Джонакова Г.А. Анализ современного состояния бюджета семьи и качества уровня жизни населения. / Экономика Таджикистана. Душанбе. – 2017 г. – №4. – С. 174–181.
3. Исломов Ф.С. Современные тенденции воспроизводства населения и его перспективы в странах с высокими темпами демографического роста (на примере Республики Таджикистан). / Диссертация. – Душанбе, 2012. – С. 152.
4. Исламов С.И. Биосоциальное развитие человека. Демографический и социальный переходы. – Душанбе, 2019. – С. 288.
5. Постановление Правительства Республики Таджикистан «О минимальном наборе продуктов питания для основных социально-демографических групп населения по Республике Таджикистан» от 26 февраля 2022 года, №76;
6. Статистический ежегодник Республики Таджикистан. – Душанбе, 2023 г. – С. 138.
7. Статистический ежегодник Республики Таджикистан. – Душанбе, 2023. – С. 138.
8. Цены в Республике Таджикистан за 2023 год. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2023 г. – С. 77-78.
9. Цены в Республике Таджикистан за 2023 год. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2023 г. – С. 79-80.
10. Чичикин А.А. Пищевая промышленность в системе обеспечения продовольственной безопасности. – Москва. – С. 166.
11. <http://edunews.kz>.

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

TJ	RU	EN
Исломов Ҳасан Саъдуллоевич	Исломов Хасан Саъдуллоевич	Islomov Khasan Sadulloevich
н.и.и., ходими пешбари илмӣ	к.э.н., ведущий научный сотрудник	Candidate of economics science, leading scientific worker
Институти иқтисодиёт ва демографияи Академияи Миллии илмҳои Тоҷикистон	Институт экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана	Institute of Economics and Demography of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: islamov_h@mail.ru		
TJ	RU	EN
Садуллоева Нилуфар Садуллоевна	Садуллоева Нилуфар Садуллоевна	Sadulloeva Nilufar Sadulloevna
ходими хурди илмӣ	младший научный сотрудник	Junior Research Fellow
Институти иқтисодиёт ва демографияи Академияи Миллии илмҳои Тоҷикистон	Институт экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана	Institute of Economics and Demography of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: n.sadullaeva96@bk.ru		

УДК: 338.45+677(075.8)

ТАҲЛИЛИ КОРРЕЛЯЦИОНӢ-РЕГРЕССИОНИИ ОМИЛӢОИ РУШДИ ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТИ САНОАТИ НАССОӢӢ ВА ДӢЗАНДАГИИ МИНТАҚАИ ХАТЛОНИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

М.Н. Мирсаидов, Ҳ.А. Қуватзода

Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ

Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон

Мақсади таълифи мақолаи илмӣ ин таҳқиқ, арзёбӣ ва муайян намудани омилҳои рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагии минтақаи Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон дар асоси таҳлили бисёрмилиаи корреляционӣ-регрессионӣ мебошад. Муаллифон дар мақола маълумоти омори расмӣ солҳои 2015-2022-ро истифода карда, тамоюлҳои рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагии Вилояти Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистонро арзёбӣ ва фарзияи алоқамандии омилҳои онро муайян намуданд. Инчунин аз ҷониби муаллифон модели қатори вақтӣ ва коэффисенти детерминатсия барои Вилояти Хатлон ва Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳия карда шудааст, ки дар асоси он дурнамои рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ барои солҳои 2023-2030 пешниҳод карда шудааст.

Калидвожаҳо: саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ, рушди истеҳсоли маҳсулот, таҳлили корреляционӣ-регрессионӣ, ашёи хом, шуғл, корхона, музди меҳнат, иқтисодиёти ҷаҳон, даромад, рақобатпазирии маҳсулот, ҷалби сармои дохилию хориҷӣ, навсозии корхонаҳо, содирот, дурнамои нишондиҳандаҳои иқтисодӣ.

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

М.Н. Мирсаидов, Х.А. Қуватзода

Целью написания научной статьи является исследование, оценка и определение факторов развития производства продукции текстильной и швейной промышленности Хатлонской области Республики Таджикистан на основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа. В статье авторы использовали официальные статистические данные за 2015-2022 годы и оценили тенденции производства продукции текстильной и швейной промышленности Хатлонской области Республики Таджикистан и определили гипотезу корреляции ее факторов. Авторами также разработаны модель временных рядов и коэффициент детерминации для Хатлонской области и Республики Таджикистан, на основе которых представлены перспективы развития продукции текстильной и швейной промышленности на 2023-2030 годы.

Ключевые слова: текстильная и швейная промышленность, развитие производства продукции, корреляционно-регрессионный анализ, сырье, занятость, предпринимательство, заработная плата, мировая экономика, доходы, конкурентоспособность продукции, привлечение отечественного и иностранного инвестиций, модернизация предприятий, экспорт, прогноз экономических показателей.

CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY PRODUCTION IN THE KHATLON REGION OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

M.N. Mirsaidov, H.A. Quvatzoda

The purpose of writing a scientific article is to study, evaluate and determine the factors of development of the production of textile and clothing industry in the Khatlon region of the Republic of Tajikistan on the basis of multivariate correlation and regression analysis. In the article, the authors used official statistical data for 2015-2022 and assessed the trends in the production of textile and clothing industry products in the Khatlon region of the Republic of Tajikistan and determined the hypothesis of correlation of its factors. The authors also developed a time series model and a coefficient of determination for the Khatlon region and the Republic of Tajikistan, on the basis of which the prospects for the development of textile and clothing industry products for 2023-2030 are presented.

Keywords: textile and clothing industry, development of production, correlation and regression analysis, raw materials, employment, entrepreneurship, wages, world economy, income, competitiveness of products, attraction of domestic and foreign investment, modernization of enterprises, exports, forecast of economic indicators.

Муқаддима

Саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ дар ҷомеа нақши муҳим дорад, зеро он соҳаи васеъ ва мураккаб буда, доираи фаъолиятро аз истеҳсоли ашёи хом то истеҳсоли маҳсулоти тайёр дар бар мегирад. Он ҳамчун манбаи асосии шуғл дар саросари ҷаҳон баҳисоб рафта, ба доираи васеи одамон, аз деҳқони одии истеҳсолкунандаи нахи табиӣ то коргарони корхонаҳо ва мағозаҳои тиҷоратӣ ҷойҳои корӣ фароҳам меорад. Солҳои охир мушоҳида мешавад, ки истеҳсолоти саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ дар иқтисодиёти ҷаҳонӣ саҳми назаррас гузошта, даромади назаррасро таъмин мекунад ва ба рушди иқтисодии бисёр кишварҳо таъсири мусбат расонидааст.

Бо назардошти зарурати ин масъала дар Ҷумҳурии Тоҷикистон рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ дар доираи ҳадафи чоруми милли-саноатикунони босуръати кишвар, инчунин солҳои 2022-2026 солҳои рушди саноат ва муқаррароти Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи дурномаҳои давлатӣ, концепсияҳо, стратегияҳо ва барномаҳои иҷтимоию иқтисодии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон», Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030, Стратегияи рушди саноат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 ва инчунин «Барномаи саноатикунони босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2020-2025» ва дигар барномаҳои соҳавию минтақавӣ масъалагузорӣ мегардад.

Мавриди зикр аст, ки соҳаи саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ соҳаи фондталаб буда, мавҷудияти кофии омилҳои асосии истеҳсолот, аз қабилӣ ашёи хом, қувваи корӣ ва сармоягузорино дар назар дорад. Таҳлили ҳолати кунунии соҳа нишон медиҳад, ки афзалиятнокии саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ бо дастрас будани ашёи хоми ватанӣ, ҳамчунин мавҷуд будани бозори меҳнат, ки ба ташкили шумораи зиёди ҷойҳои корӣ мусоидат мекунад ва қобилияту имконияти васеи бо маҳсулоти тайёр таъмин намудани аҳолиро дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дорад, вале то имрӯз мушкилоти ворид намудани технологияи муосир, истеҳсоли маҳсулоти рақобатпазир, ҷалби сармояи дохилию хориҷӣ, навсозии корхонаҳои соҳа, боло бурдани иқтисодии истеҳсоли корхона, қонеъ намудани талаботи аҳоли бо маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ва таъсиси ҷойҳои нави корӣ ҷой дорад.

Минтақаи Хатлон яке аз минтақаҳои дорои ашёи хоми фаровон барои соҳаи саноат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон маҳсуб ёфта, солҳои охир болоравии нишондиҳандаҳои соҳа мушоҳида мегардад. Алархусус болоравии ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ дар минтақаи Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон назаррас буда, дар солҳои 2015 - 2022 ин нишондиҳанда зиёда аз чор маротиба афзудааст. Новобаста ба рушди соҳа таҳлил, баррасӣ ва роҳҳои беҳбуд бахшидани масъалаи рушди истеҳсоли маҳсулоти хушсифати ивазкунандаи воридот, таъмини аҳоли бо маҳсулоти ватанӣ ва таъсиси ҷойҳои нави корӣ дар минтақаи Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳим арзёбӣ мегардад.

Муқаррар кардани вазифа

Дар доираи ин мақола баровардани маълумоти амиқ ва таҳлили модели иқтисодӣ-оморӣ дар шакли зоҳирии муодилаи регрессия зарур шуморида шудааст, ки вобастагии рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии минтақаи Хатлонро аз якҷанд омилҳо, аз ҷумла бунёди корхонаҳои сершумори саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ, таъмини аҳоли бо маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ва ба роҳ мондани содироти молҳо, зиёд кардани истеҳсоли маҳсулоти ашёи хоми саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ (намудҳои асосӣ: пахта, пашм, пилла) дар минтақа ва баланд бардоштани музди меҳнати миёнаи ҳармоҳаи номиналии меҳнатро нишон медиҳад.

Тибқи вазифагузорӣ истифодаи усули коррелятсионӣ-регрессионӣ дар мақола имкон дод, ки қувваи алоқаи байни омилҳо чен кардашуда, арзишҳои нишондиҳандаи натиҷа бо арзишҳои маъруфи нишондиҳандаҳои омилӣ пешгӯӣ гардад.

Қисмати асосӣ

Дар шароити муосир таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ усули маълумтарин ва чандиртарини коркарди маълумоти иқтисодӣ-оморӣ барои муайян кардани вазъи саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ мебошад, ки бо истифода аз он натиҷаҳои фарзияҳоро метавон баррасӣ кард. Таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ ин таҳия ва таҳлили модели иқтисодӣ-риёзӣ дар шакли муодилаҳои регрессионӣ мебошад, ки вобастагии аломатро аз омилҳои муайянкунандаи он тавсиф мекунад [1].

Ба андешаи муҳаққиқ Рашитова Н.Х. «Усули таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ имкон медиҳад, ки таъсири тағйироти сохторӣ ба сатҳи рушди иҷтимоию иқтисодии кишвар, ки дар дохили соҳаҳои алоҳидаи иқтисодӣ ба амал меояд, арзёбӣ карда шавад. Дар бораи таъсири мусбат ё баръакс, манфии ин тағйиротҳо танҳо дар ҳолатҳои сухан гуфтан мумкин аст, ки таҳқиқот ба усулҳои омории таҳлил асос ёфтааст [2, с.251].

Дар раванди корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ олимони исбот намуданд, ки усули таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ дорои афзалиятҳои махсус мебошад. Тибқи пешниҳоди олимони Л.В. Болшакова ва А.Н. Литвиненко афзалиятҳои таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ ин:

- имконияти таҳқиқи ҳамачонибаи робитаҳои гуногуни байни омилҳо;
- гирифтани арзёбии рафтори омилҳои натиҷавӣ, аз ҷумла арзишҳои эҳтимолии пешбинишудаи он, ки ба воқеият мувофиқанд.[3, с.259]

Муаллиф Н.Ю.Лукиянова хеле бамаврид возеҳан шарҳ медиҳад, ки: «Таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ имкон медиҳад, ки наздикӣ ва самти робита (таҳлили коррелятсионӣ) ба таври миқдорӣ чен карда шавад, инчунин ифодаи таҳлилии вобастагии натиҷа аз омилҳои мушаххас бо нигоҳ доштани доимии хусусиятҳои омилҳои боқимонда, ки ба онҳо таъсир мерасонанд, хусусияти натиҷавӣ (таҳлили регрессионӣ) муайян карда шавад. [4, с.8]

Мо бо таъки ба ривизиҳои илмӣ омилҳои асосии рушди истеҳсоли маҳсулот саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии минтақаи Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла: шумораи корхонаҳои саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ; шумораи кормандони саноатии истеҳсоли нассоҷӣ ва дӯзандагӣ; ҳаҷми содироти молҳои саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ; шумораи аҳолии доимии минтақа; музди меҳнати миёнаи ҳармоҳаи номиналии меҳнат; истеҳсоли маҳсулоти ашёи хоми саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ (намудҳои асосӣ: пахта, пашм, пилла)-ро муайян намуда, аз воситаҳои муосири усули таҳлили коррелятсионӣ-регрессионӣ истифода карда, фарзияи алоқамандии онҳоро ба рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ дар минтақа дида мебароем, (ҷадвали 1).

Чадвали 1 – Омилҳои асосии рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ дар минтақаи Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон

Нишондиҳандаҳо	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
2015	707,7	1503,8	219	5,9	51225,8	193415,4	3047,8	645,05
2016	791,5	2375,8	158	5,1	49688,9	198285,4	3124,4	714,13
2017	438,6	2185,1	191	4,6	46985,7	264721,5	3198,5	843,39
2018	1355,2	2802,6	199	4,7	83453,1	184161	3274,9	913,3
2019	1483,6	2623	203	4,6	80646,3	272488,2	3348,3	998,54
2020	1648,5	2404,9	219	5,1	70849,5	282910,2	3459,7	1053,78
2021	2431,2	3840,1	230	5,6	89753,5	275820,5	3530	1143,19
2022	2889,1	3283,1	245	6,1	131931,6	279153	3611,2	1305,07

Y-Рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ, млн. сомонӣ; X₁ - Маблағгузорӣ аз ҳисоби ҳамаи манбаъҳои сармоядиҳӣ, млн. сомонӣ; X₂ - Шумораи корхонаҳои саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ, воҳид; X₃ - Шумораи кормандони саноатию истеҳсоли насосҷӣ ва дӯзандагӣ, ҳазор нафар; X₄ - Ҳаҷми содироти молҳои саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ, ҳазор доллари ИМА; X₅ -Истеҳсоли маҳсулоти ашёи хоми саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ (намудҳои асосӣ: пахта, пашм, пилла) дар минтақа, тонна; X₆ - Шумораи аҳолии доимӣ дар охири сол, ҳазор нафар; X₇ - Музди меҳнати миёнаи ҳармоҳаи номиналии меҳнат, сомонӣ.

Манбаъ: Таҳияи муаллифон дар асоси адабиёти 7, с.-72; 8, с.-16; 9, с.-11; 10, с.14-31;

Барои тафтиши фарзияи пешниҳодшуда бо истифода аз таҳлили коррелятсионӣ алоқамандии байни нишондиҳандаҳои иқтисодиро ошкор менамоем. Барои ин аз пакети барномаҳои амалӣ истифода бурда матритсаи коэффисентҳои коррелятсияи чуфтро ҳосил мекунем, ки дар буриши сатру сутунҳои он коэффисентҳои коррелятсияи нишондиҳандаҳои иқтисодии дар сатру сутуни мувофиқ ҷойгирбуда дарҷ гаштааст, (чадвали 2).

Чадвали 2 – Матритсаи коэффисентҳои коррелятсияи чуфт

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	0,8338						
X ₂	0,7509	0,4136					
X ₃	0,5231	0,1764	0,6459				
X ₄	0,9360	0,7381	0,7136	0,4503			
X ₅	0,5506	0,4717	0,5171	0,0558	0,4362		
X ₆	0,9339	0,8260	0,6991	0,2898	0,8558	0,7591	
X ₇	0,9271	0,8150	0,7031	0,2744	0,8945	0,7515	0,9900

Манбаъ: Ҳисоби муаллифон дар асоси усули коррелятсионӣ

Аз маълумоти сутуни дуҷуми чадвали 2 чунин хулоса бароварда мешавад, ки истеҳсоли маҳсулоти саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ бо ҳамаи омилҳои иқтисодии чадвали 1 ба ғайр аз ду омил (X₃ - Шумораи кормандони саноатию истеҳсоли насосҷӣ ва дӯзандагӣ ва X₅ -Истеҳсоли маҳсулоти ашёи хоми саноати насосҷӣ ва дӯзандагӣ) алоқамандии бениҳоят зич дорад. Коэффисенти коррелятсия ҳар чӣ қадар ба 1 наздик бошад ҳамон қадар алоқамандии нишондиҳандаҳо зич аст ва баръакс ҳар чӣ қадар ба сифр наздик бошад, ҳамон қадар алоқамандӣ дар байни онҳо ҷой надорад.

Дар як вақт аломатҳои омилӣ байни ҳам алоқамандии зич доранд, ки ин мушкилии мултиколлинеариро ба бор меорад. Алоқамандии зичи аломатҳои омилро аз сутунҳои X₁, X₂, X₃, X₄, X₅ ва X₆ –и чадвали 2 мушоҳида кардан мумкин аст.

Пас аз хориҷ кардани омилҳои X₃ ва X₅ бинобар надоштани алоқамандии зич бо аломати натиҷавӣ ва хориҷ кардани омилҳои X₇ барои бартараф кардани мушкилии мултиколлинеарӣ модели регрессияи маҷмӯии зеринро тартиб медиҳем:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_4 + b_4X_6 \quad (1)$$

Бо истифодаи маълумоти нишондиҳандаҳои иқтисодӣ-иҷтимоии объекти таҳқиқот ва дар натиҷаи иҷрои алгоритми махсус тавсӯти пакети барномаҳои муосир тавсифҳои омории таҳлили регрессиониро дар намуди ҷадвали зерин ба даст меорем, (ҷадвали 3).

Ҷадвали 3 – Тавсифҳои омории модели регрессияи маҷмӯӣ

Натиҷаҳои ниҳой			
Кoeffитсиенти коррелятсияи маҷмӯӣ	0,9802		
Кoeffитсиенти детерминатсияи маҷмӯӣ	0,9607		
Кoeffитсисенти детерминатсияи меърӣ	0,9084		
Ҳатогии стандартӣ	258,0634		
Мушоҳидаҳои оморӣ	8		
F-Меъёри Фишер	18,35		
	Параметрҳои муодилаи регрессия	Ҳатогии стандартии параметрҳо	t-омори Студент
Аъзои озоди модел	-5082,0174	3178,1447	-1,5991
X1	0,3009	0,2780	1,0824
X2	5,7675	6,0757	0,9493
X4	0,0122	0,0073	1,6709
X6	1,0942	1,2878	0,8496

Манбаъ: Ҳисоби муаллифон дар асоси усули регрессияи маҷмӯӣ

Дар асоси маълумоти ҷадвали боло хулоса бровардан мумкин аст, ки тавсифҳои омории модели регрессияи бисёрнома дар ҳудуди қаноатбахш қарор дошта, параметрҳои он аҳамиятнокии баландро доранд. Ин тавсифҳои қаноатбахш ба мо имкон медиҳанд, ки барои дар амал истифода бурдани модели регрессияи маҷмӯӣ хулосабарорӣ намоем. Ҳамин тавр, модели регрессияи маҷмӯӣ намуди зерин дорад:

$$Y = -5082,0174 + 0,30x_1 + 5,77x_2 + 0,012x_4 + 1,09x_6 \quad (1)$$

Чӣ тавре, ки қайд кардем, тавсифҳои омории модели (1) аз қабилӣ кoeffисиенти детерминатсия ва кoeffисиенти коррелятсияи маҷмӯӣ ба як наздик буда, мувофиқан сифати хуби модел ва зич алоқаманд будани аломатҳои натиҷавиро нишон медиҳад.

Қиматҳои критикии F-меъёри Фишер ва t-меъёри студент мувофиқан сифати хуби модели регрессия ва тавсифи параметрҳои мувофиқи модели регрессияи маҷмӯиро ифода менамояд. Қимати воқеии меъёри Фишер (18,35) бо қимати ҷадвалии он (5,99) муқоиса карда мешавад. Азбаски қимати ҷадвалии F-Фишер аз қимати ҳисобии он калон аст, доир ба сифати хуби модели регрессия хулоса бароварда мешавад. Қимати ҷадвалии t-меъёри Студент ба 1,94 баробар буда барои баъзе параметрҳои модели регрессия аҳамиятнок ва барои баъзе параметрҳо кам аҳамият аст.

Аҳамияти нисбатан муҳимро параметрҳои муодилаи регрессияи маҷмӯӣ (1) доранд. Аъзои озоди ин модел манфӣ буда (-5082,0174) шарҳи иқтисодӣ надорад. Параметри назди омили x1 ба 0,30 баробар буда маънои онро дорад, ки ҳангоми ба як млн. сомонӣ афзудани маблағгузорӣ аз ҳисоби ҳамаи манбаъҳои сармоядиҳӣ, истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ба 300 ҳазор сомонӣ афзоиш меёбад, агар омилҳои боқимонда бетағйир бошанд.

Параметри назди омили x2 ба 5,7675 баробар буда маънои онро дорад, ки ҳангоми ба як воҳид афзудани шумораи корхонаҳои саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ, истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ба 5,767 млн. сомонӣ афзоиш меёбад, агар омилҳои боқимонда бетағйир бошанд. Ин кoeffисиенти регрессия нисбат ба тамоми кoeffисиентҳои дигар бузургии калон дошта нишон медиҳад, ки афзун кардани шумораи корхонаҳои саноатӣ омили асосии афзоиши истеҳсоли маҳсулоти саноатӣ, ташкили ҷойҳои нави корӣ, ғаний гардонидани буҷетӣ мамлакат ва бо ин васила баланд бардоштани сатҳу сифати зиндагии аҳоли мебошад.

Параметри назди омили x4 ба 0,0122 баробар буда маънои онро дорад, ки ҳангоми ба як млн. сомонӣ афзудани ҳаҷми содироти молҳои саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ истеҳсоли маҳсулоти саноатии ин соҳа ба 0,0122 ҳазор доллари ИМА меафзояд, агар омилҳои боқимонда бетағйир бошанд. Ин кoeffисиенти регрессия нисбат ба тамоми кoeffисиентҳои дигар бузургии хуртарин ва ҳатто ночиз дошта нишон медиҳад, ки афзун кардани ҳаҷми содироти молҳои саноат нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ба ҳаҷми умумии истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ таъсироти назаррас намерасонад. Албатта ин тасдиқот одилона буда, дар дохили кишвар ба маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ талабот хеле зиёд аст ва ҳатто қисми зиёди ин намуди маҳсулоти санотӣ воридотӣ мебошанд. Бинобарин то пурра таъмин накардани талаботи дохилӣ ба маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ба хориҷа содирот намудани он кори оқилона нест.

Параметри назди омили х6 ба 1,0942 баробар буда маънои онро дорад, ки ҳангоми ба ҳазор нафар афзудани шумораи аҳолии доимӣ дар охири сол истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ба 1,0942 млн. сомонӣ меафзояд, агар омилҳои боқимонда бетағйир бошанд. Ин коэффисиенти регрессия аз ҷиҳати бузургӣ дуҷум буда нишон медиҳад, ки афзудани шумораи аҳолии доимии минтақа ба истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ таъсири назаррас дорад.

Барои баҳо додан ба сифати модели (1) қиматҳои назариявии истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагиро, ки тавассути гузаштани қиматҳои X1, X2, X4, X6 ба модели регрессия ҳосил карда мешавад бо қиматҳои воқеии аломати натиҷавӣ муқоиса мекунем, (диаграмма 1).



Диаграмма 1 – Муқоисаи нишондиҳандаҳои истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ

Манбаъ: таҳияи муаллиф

Чӣ тавре, ки аз диаграммаи 1 дида мешавад, тамоюли воқеӣ ва назариявии истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ бо ҳам мувофиқ мебошанд. Аз ин лиҳоз модели таҳиянамуда ба раванди воқеӣ мувофиқ аст, бинобарин модели (1)-ро барои истифода дар таҳлил ва ояндабинӣ тавсия дода мешавад.

Аз рӯи маълумоти омори дида мешавад, ки истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ дар солҳои 2015-2022 дар минтақаи Хатлон ва ҳиссаи он нисбат ба Ҷумҳурии Тоҷикистон тамоюли рушд дорад, (ҷадвали 4)

Ҷадвали 4 – Тамоюли рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ дар солҳои 2015-2022

Нишондиҳандаҳо	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон, млн. сомонӣ	707,7	791,5	438,6	1355,2	1483,6	1648,5	2431,2	2889,1
Истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон, млн. сомонӣ	1292	1520	2354	2479	2636	2870	4096	4720
Ҳиссаи истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон нисбат ба Ҷумҳурии Тоҷикистон, %	54,8%	52,1%	18,6%	54,7%	56,2%	57,4%	59,4%	61,2%

Манбаъ: ҳисоби муаллиф дар асоси адабиёти 5, с.10-13; 6, с.10-28; 8, с.16; 10, с.14-31

Таҳлили маълумоти омории ҷадвали 4 нишон медиҳад, ки истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон соли 2015-ум 707,7 миллион сомониро ташкил дода, он дар соли 2022 ба 2 миллиарду 889,1 миллион сомонӣ расонида шудааст. Дар солҳои 2015-2022 истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон ба миқдори 2 миллиарду 181,4 миллион сомонӣ ва ё ба андозаи 4,1 баробар афзоиш ёфтааст. Ҳиссаи истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон нисбат ба Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 54,8 фоиз то ба 61,2 фоиз рушд кардааст.

Яке аз масъалаҳои муҳими арзёбии вазъи истеҳсоли иқтисодии истеҳсоли маҳсулоти саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ ояндабинии он, интиҳоби усул, воситаи коркард ва таҳияи дурнамо ба ҳисоб меравад. Яке аз усулҳои ба ҳақиқат наздики ояндабинӣ истифодаи усули модели қаторӣ вақтӣ аст. Мувофиқи ин усул нишондиҳандаи иқтисодиро аз вақт вобаста намуда, модели қатори вақтиро таҳия

менамоянд ва дар модел бо гузоштани қиматҳои оянда дар ҳамаи вақт нишондиҳандаи иқтисодиро ояндабинӣ карда мешаванд. Бо ин мақсад аз маълумоти ҷадвали 4 истифода бурда, барои ҳар як нишондиҳандаи ҷадвал як модели қатори вақти сохта барои оянда ин нишондиҳандаҳоро ояндабинӣ менамоем. Дар натиҷаи моделсозии қатори вақти барои ҳар як нишондиҳанда чунин модел таҳия карда мешавад, ки бо коэффисиенти детерминатсия пурра карда мешавад, (ҷадвали 5).

Ҷадвали 5 – Модели қатори вақтӣ ва коэффисиенти детерминатсия барои нишондиҳандаҳои Вилояти Хатлон ва Ҷумҳурии Тоҷикистон

Нишондиҳандаҳо	Модели қатори вақтӣ ва коэффисиенти детерминатсия (Сифати модел)	
	Вилояти хатлон	Ҷумҳурии Тоҷикистон
Истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ, млн. сомонӣ	$Y = 324,12t - 652776$	$Y = 459,3t - 924346$
	$R^2 = 0,8672$	$R^2 = 0,924$

Манбаъ: таҳияи модел аз ҷониби муаллифон

Дар асоси модели қатори вақтии дар ҷадвали боло ифодашуда мо дурнамои рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагиро барои солҳои 2023-2030 ба таври зайл таҳия карда, пешниҳод менамоем, (ҷадвали 6).

Ҷадвали 6 – Дурнамои нишондиҳандаҳои рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ барои солҳои 2023-2030

Солҳо	Вилояти Хатлон, млн. сомонӣ	Ҷумҳурии Тоҷикистон, млн. сомонӣ	Ҳиссаи Вилояти Хатлон нисбат ба Ҷумҳурии Тоҷикистон, %
2023	2926,73	4813	60,8%
2024	3250,86	5272	61,7%
2025	3574,98	5731	62,4%
2026	3899,1	6191	62,9%
2027	4223,23	6650	63,5%
2028	4547,35	7109	63,9%
2029	4871,48	7569	64,4%
2030	5195,6	8028	64,7%

Манбаъ: таҳияи дурнамо аз ҷониби муаллифон дар асоси адабиёти оморӣ 5, с.10-13; 6, с.10-28; 8, с.16; 10, с.14-31

Мувофиқи дурнамои таҳияшуда дар асоси модели қатори вақтӣ ва коэффисиенти детерминатсия дар муддати 8 соли оянда (солҳои 2023-2030) нишондиҳандаи истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон 1,8 маротиба ва Ҷумҳурии Тоҷикистон 1,7 маротиба рушд мекунад. Боиси нигарониест, ки 8 соли қаблӣ (солҳои 2015-2022) вилояти Хатлон 4,1 маротиба ва Ҷумҳурии Тоҷикистон 3,7 маротиба рушд карда буд. Ҳиссаи рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон нисбат ба Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 60,8% то ба 64,7% афзоиш меёбад, яъне 3,9 банди фоизӣ зиёд мегардад, дар ҳоле, ки 8 соли қаблӣ (солҳои 2015-2022) вилояти Хатлон нисбат ба Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 54,8 фоиз то ба 61,2 фоиз, яъне 6,4 банди фоизӣ зиёд шуда буд.

Дар адабиёти гуногун доир ба ояндабинии равандҳои иқтисодӣ-иҷтимоӣ усулҳо ва воситаҳои гуногуни таҳияи дурнамо адеҳаҳои олимону муҳаққиқони соҳа пешниҳод карда шудааст, ки ҳар кадоми онҳо паҳлӯҳои мусбат ва манфии худро доранд. Умуман, ягон усули умумие вучуд надорад, ки дурнамои саҳеҳро барои давраҳои миёнамӯҳлат ва дарозмӯҳлат ҳосил намояд. Дурнамо ҳамеша бо таваккал ҳамсафар аст. Ҳолатҳои ғаёриҷашмдошти офатҳои табиӣ аз қабилӣ хушксолӣ, фаромадани селу тарма ва дигар катаклизм ва равандҳои номусоиди иқтисодӣ-иҷтимоӣ аз қабилӣ таваррум, афзоиши бекорӣ ва номувофиқии сиёсати иқтисодӣ метавонад дурнамо ва ояндабинии истеҳсоли иқтисодии истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагиро барбод дода воқеият аз дурнамо ба маротиб фарқ кунанд. Бо дарназардошти андешаҳои боло агар омилҳои беруна бетағйир бошанд, эҳтимолияти амалигардии дурнамо дар ҷадвали боло дарҷшуда мавҷуд аст.

Хулоса

Бинобар ин, таҳлили корреляционӣ-регрессионӣ гузаронидаи мо исбот месозад, ки ба масоили омилҳои асосии рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон, ки ҳамчун дорои манбаҳои кофӣ ашёи хоми истеҳсоли мебошад, дар доираи барномаҳои стратегӣ, нақшаи самтҳои фаъолияти корӣ дар шакли комплексӣ бештар бояд мароқ зоҳир карда шавад. Мониторинги фаъолият ва таҳлилҳои сатҳи соҳавиро ҷоннок карда, вазифагӯрохоро барои амалишавии барномаҳо ба роҳ мондан лозим аст, то ки рушди истеҳсоли маҳсулоти саноати нассочӣ ва дӯзандагии вилояти Хатлон ва ҳиссаи он дар сатҳи ҷумҳурӣ бештар ва бамаротиб баланд таъмин карда шавад.

Муқарриз: Асоев М.М. – н.и.и., дотсент, мудири қабедраи идораи давлатӣ ва иқтисоди миллии Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Корреляционно-регрессионный анализ // Образовательный портал «Справочник».- Дата последнего обновления статьи: 08.05.2024. — URL https://spravochnick.ru/ekonomicheskij_analiz/korrelyacionno-regressionnyy_analiz/ (дата обращения: 11.11.2024).
2. Рашитова Н.Х. Анализ эффективности структуры экономики на основе корреляционно-регрессионного анализа / Н.Х. Рашитова // Инновационное развитие Российской экономики: материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 25–27 октября 2017 года / Российской Федерации Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова; Российский фонд фундаментальных исследований. Том 3.–Москва: Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова, 2017.– С.250-252.
3. Большакова Л.В. Методика применения статистического пакета анализа для проведения корреляционно-регрессионного анализа в ходе экономических исследований / Л.В. Большакова, А.Н.Литвиненко // Вестник экономической безопасности. – 2021.– № 3.– С.259-265.
4. Корреляционно-регрессионный анализ статистических связей на персональном компьютере: Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности «Менеджмент» / Калинингр. ун-т; Сост. Н.Ю. Лукьянова. - Калининград, 1999. - 35с.
5. Маҷмӯаи омили Тоҷикистон: 30 соли истиқлолияти давлатӣ.// Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.Д.:2021.-702с.;
6. Маҷмӯаи омили солони Ҷумҳурии Тоҷикистон // Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.Д.:2023.-419с.;
7. Маҷмӯаи омили минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон // Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.Д.:2023.-419с.;
8. Маҷмӯаи омили солони вилояти Хатлон дар солҳои 1991-2021//Сарраёсати Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар вилояти Хатлон. Бохтар: 2022.- 250с.,
9. Маҷмӯаи омили солони вилояти Хатлон дар солҳои 1991-2021//Сарраёсати Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар вилояти Хатлон. Бохтар: 2022.- 431с.
10. Маҷмӯаи омили саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон // Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.Д.:2021.-42(173)с., Д.:2022.-30(89)с., Д.:2023.-89с.
11. Бориев А.Э. Факторы, влияющие на развитие текстильной и швейной промышленности / А.Э. Бориев // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. – 2011.– № 2.–С. 85-89.

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

TJ	RU	EN
Мирсаидов Муҳаммаднаим Негматович н.и.и, дотсент	Мирсаидов Мухаммаднаим Негматович к.э.н, доцент	Mirsaidov Muhammadnaim Negmatovich candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳи Рӯдакӣ	Кулябский государственный Университет имени Абуабдуллоха Рудаки	Kulob State University named after Abuabdulloh Rudaki
TJ	RU	EN
Қуватзода Ҳасан Акрам Унвонҷӯ	Қуватзода Хасан Акрам Соискатель	Quvatzoda Hasan Akram Applicant
Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон	Академия государственного управления при Президенте Республики Таджикистан	Academy of Public Administration under President of the Republic of Tajikistan

ВБД: 33+005:001.895

ТАКМИЛДИҲИИ САРМОЯИ ИНСОНӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ АСОСИИ ИДОРАКУНИИ ИҚТИСОДИЁТИ МУОСИР

Ҳ.Ҳ. Искандарзода, С.Н. Давлатов

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар мақола такмилдиҳии сармоияи инсонӣ ҳамчун омилҳои асосии идоракунии иқтисодиёти муосир дида баромада шудааст. Рушду ташаккулёбии иқтисодиёти муосир бевосита аз такмилёбии сармоияи инсонӣ вобаста мебошад. Ин алоқамандиро муаллифони ба инобат гирифта, роҳҳои муосири такмилдиҳии сармоияи инсониро вобаста ба дигаргуншавии иқтисодиёти муосир пешниҳод намудаанд.

Калидвожаҳо: такмилдиҳӣ, сармоияи инсонӣ, унсурҳои сармоияи инсонӣ, идоракунии, иқтисодиёти муосир, иқтисодиёти инноватсионӣ, иқтисоди рақамӣ, сармоияи зеҳнӣ, рушди иқтисодиёт.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА КАК КЛЮЧЕВОГО ФАКТОРА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКОЙ

Х.Х. Искандарзода, С.Н. Давлатов

В статье рассматривается улучшение человеческого капитала как ключевой фактор управления современной экономикой. Развитие и становление современной экономики напрямую зависит от совершенствования человеческого капитала. Эта связь была учтена авторами и предложены современные пути совершенствования человеческого капитала в связи с трансформацией современной экономики.

Ключевые слова: улучшение, человеческий капитал, элементы человеческого капитала, управление, современная экономика, инновационная экономика, цифровая экономика, интеллектуальный капитал, развитие экономики.

IMPROVEMENT OF HUMAN CAPITAL AS A KEY FACTOR IN MANAGING THE MODERN ECONOMY

H.H. Iskandarzoda, S.N. Davlatov

The article discusses the improvement of human capital as a key factor in managing the modern economy. The development and formation of the modern economy directly depends on the improvement of human capital. This relationship was taken into account by the authors and proposed modern ways to improve human capital in connection with the transformation of the modern economy.

Keywords: improvement, human capital, elements of human capital, management, modern economy, innovative economy, digital economy, intellectual capital, economic development.

Назарияи илми менечменти муосир ва рушду инкишофёбии самараноки иқтисодиёт далолат аз он медиҳад, ки «сармоияи инсонӣ» ҳамчун захираи муҳим ва пешбарандаи иқтисодиёти инноватсионии муосир буда, ҳама гуна бурдборӣҳо, рақобатпазирӣҳо ва навоариҳои молиявӣ, тиҷоратӣ, техникаӣ ва технологӣ бевосита ба натиҷаи рушди ақлонии инсон алоқаманд мебошад.

Дар айни замон рушди инноватсионии ҷомеа самти аз ҳама муҳим ва афзалиятноки иқтисодиёт мебошад. Вай ангезаи фаъолияти соҳибқориҳои инсонҳо доништа мешавад, ки ба меҳнати фикрӣ ва сармоияи воқоии инсонӣ асос ёфта, системаи омилҳои нави ташкилӣ ва роҳбарии истеҳсолоти муосирро ба вуҷуд меорад. Ин низом тавассути рушди рақобатпазирӣи иқтисодиёт шароитро барои эҷодқориҳои фард, сармоиягузорӣ ба сармоияи инсонӣ ва худташаккулёбии он асос мегузорад. Яъне иқтисодиёте, ки мо имрӯз онро иқтисодиёти рақамӣ меномем, талаби ҷомеаи маълумотдорро меҷӯяд.

Чуноне, ки устод Ғаниев Т.Б., қайд менамоянд: «Гузаштан ба иқтисоди рақамӣ ва рушди глобалии бозори ҷаҳонӣ аз иқтисодиёти имрӯза пеш аз ҳама талаботи онро дорад, ки муносибатҳои навини истеҳсоливу истеъмоли ва тиҷоративу хизматрасониҳои байни одамон куллан дигаргун шуда, онҳо бояд хислати интегратсиониву трансмилливу байналмилалиро бигиранд» [2].

Вобаста ба ин гуфтаҳо, иқтисоди рақамӣ ва рушди глобалии бозори ҷаҳонӣ тақозои онро дорад, ки мутахассисони омодашаванда, мувофиқ ба стандартҳои байналмилалӣ ва ба инобат гирифтани талаботи асосии бозори меҳнати дохилию берунӣ омода карда шаванд. Чуноне, ки олим Сапенко қайд менамояд: «Иқтисодиёти инноватсионии муосир аз иқтисодиёти анъанавӣ бо он фарқ мекунад, ки он дар асоси муносибатҳои доимии субъектони он дида мешавад ва иштироки ҳамешагии онҳоро дар ҷараёни истеҳсолот ифода мекунад» [12]. Иқтисоди инноватсионӣ муносибатҳои доимии субъектонро тақозо намуда, дар ҳалу фасли масоилҳои ҷойдоштаи раванди истеҳсолот ҳамкорӣҳо ва ихтирооту навоариҳои муосирро мепазирад. Ин навоариҳо ва ихтироъкорӣҳо, ки бевосита, маҳсули меҳнати инсонҳо мебошад, дар асоси азхудкунии донишҳо ва таҷрибаҳо амалӣ карда мешаванд. Чуноне, ки Артемев А.В. мефармояд: «Сармоияи инсонии мавҷуда захираи асосии истеҳсоли инноватсияҳо ба ҳисоб рафта, дар асоси эҷоди донишҳои нав истеҳсол карда мешаванд» [1].

Рушди иқтисодиёти муосир дар ҳолате таъмин карда мешавад, ки муаммоҳои гуногуни он ҳарчи зудтар таҳлили баррасӣ гардида, роҳҳои ҳали он пешниҳод карда мешавад. Чуноне, ки олимҳои соҳа, Гейло В.С., қайд менамояд: «Барои ҳалли масоилҳои илмию иқтисодӣ, техникаӣ, иҷтимоӣ ва фарҳангӣ донишҳои фундаменталӣ, системаи дурусти иттилоотӣ, ҳамқориҳои илмию техникаӣ субъектҳои ба фаъолияти инноватсионии алоқаманд зарур аст. Аз ин бармеояд, ки қобилияти инсонӣ сармоияи асосии зеҳнии ҳама гуна ташкилоту корхонаҳо доништа мешавад» [3].

Олимони соҳаи иқтисодиёт Г.Беккер, М.Блауг, М.М.Критский, Ч.Минтсер, ва Т.Шултс идоракунии сармояи инсониро дар шароити рушди инноватсионии ҷомеа мавриди омӯзиш ва баррасӣ қарор дода, назарҳои худро оид ба иқтисоди инноватсионӣ, ки бештар ба дониши инсон алоқаманд мебошад пешниҳод намудаанд. Олимони зикршуда, сармояи инсониро ҳамчун захираи боарзиш арҷгузори намуда, тақмили рушдҳои онро асоси рушди иқтисодиёти муосир меҳисобанд.

Вобаста ба ин, сармоягузориҳо ба захираҳо махсусан ба сармояи инсонӣ онро ба мояи асоси табдил дода, арзишнокии онро даҳҳо баробар боло мебарад. Рушду инкишоф додани дониши инсон ва сармоягузориҳо намудан ба он боиси бозҳам тавонманд сохтани захираҳои асосии истеҳсолот, яъне инсон мегардад. Инсон тавондманд, қобилияти самаранок ваъолият намуданро дар раванди истеҳсолот пайдо намуда, ихтироъкориҳои нав ба навро пешниҳод менамояд. Чуноне, ки олим Л.Тороу, қайд менамояд: «Рушди иқтисодиёт дар сармоягузориҳо дида мешавад ва ин сармоягузориҳо аввалан бояд ба инсон гузошта шавад, чунки иҷрои ҳамаи сармоягузориҳои дигар тавассути эҷоди инноватсияҳо таъсир мерасонанд» [17].

Инчунин, Бен Поре қайд менамояд, ки «сармояи инсонӣ фонди махсус буда, вазифаҳои он аз хизматрасонии меҳнатӣ ба сармояи таҷассумшуда иборат аст» [14].

Дар баробари ин гуфтаҳо бояд қайд кард, ки замони муосирро мавҷи муосири рушд фаро гирифтааст ва коршиносон онро ҳамчун «Иқтисоди зеҳн-донишҳо» ва ё «Иқтисоди рақамӣ» бештар муаррифӣ менамоянд. Иқтисодиёти муосир зудтағйирёбанда буда, донишҳои баланди касбиро талаб менамояд. Таваҷҷуҳ ба инсон ва иқтисодӣ ӯ ягона роҳест, ки муносибатҳоро дар шакли муосир танзим менамояд.

Дар ин раванд пеш аз ҳама таваҷҷуҳ ба рушди баланди пайвастаи сармояи инсонӣ равона гардида, рақобатпазирии устувори корхонаву ширкатҳо чӣ дар дохили мамлакат ва чӣ дар беруни он на танҳо аз истифодаи техникаву технологияи навини истеҳсоливу тиҷоратӣ, балки аслан аз дараҷаи кордониву маҳорати баланди касбии кормандон бо истифода аз муосиртарин равишҳои идоракунии вобастагии калон доранд. Яъне корманд имрӯз на танҳо ҳамчун субъекти роҳбарӣ, балки ҳам объекту субъекти он ва ҳамкору рафиқи баробархуқуқ доништа мешаванд. Корманди имрӯзаи ширкату корхонаҳо корманди оддӣ набуда, дар рушд ва инкишофҳои бо доштани донишҳои муосир нақши бениҳоят муҳимро иҷро менамояд.

Ба ақидаи Смирнов В.Т., «Дар назарияи сармояи инсонӣ нишондиҳандаи асосии самаранокии маблағгузори ба намудҳои гуногуни таҳсилот меъёри дохилии даромад доништа мешавад, чунки бо таносуби хароҷот ва фоидаи аз натиҷаи таълим гирифта шуда, муайян карда мешавад» [10]. Яъне шахс ё сармоягузор ба таълим маблағгузори мекунад, то ин ки донишҳои муосирро аз худ намуда, дар фаъолиятҳои ҷамъиятӣ истифода намояд ва манфиати бештаре аз худ кунад.

Албатта, иқтисодиёти ба донишҳо асос ёфта, аз рушди техникаву технологияи баланди электронӣ вобастагии калон пайдо мекунад, наметавонад, дар оянда бе мутахассисини касбӣ ва истеъдоди баланди байналмилалӣ дошта, дар бозори ҷаҳонӣ рақобатпазир бошад ва ё устувории худро дар рушди бозорёбиву имконҳои байналмилалӣ таъмин созад.

Олими иқтисоддон М.М. Критский дар асарҳои худ таҳлилу баррасии «сармояи инсонӣ»-ро анҷом дода, пешниҳод менамояд, ки «сармояи инсонӣ нақши ҳалкунандаи маълумот ва илмро дар истеҳсолоти муосир ифода намуда, сармояи моддиро ба шакли сармояи зеҳнӣ ва дар охир ба шакли маҳсулоти инноватсионӣ табдил медиҳад ва инчунин сармояи инсонӣ нишон медиҳад, ки ӯ ягона монополистест, ки аз ҷониби ҷомеа эътирофшудааст ва қонуни ин монополияи моликияти зеҳнӣ доништа мешавад» [9].

Ин гуфтаҳо шаҳодат аз он медиҳад, ки рушду ташаккули сармояи инсонӣ асосии иқтисодиёти муосири инноватсионӣ доништа шуда, имкониятҳои амалинамоии эҷоду кашфиёт ва тавонмандиву ҳунари нотақрори инсониро нишон медиҳад. Иқтисодиёти инноватсионӣ муҳити созандаи касбиву ҳунари доништа шуда, дар ташаккули сармояи инсонӣ мусоидат мекунад. Рушду афзоишдагии инноватсионии идоракунии замони муосирро сармояи зеҳнӣ таъмин сохта, асоси иқтисодиёти муосир ба ҳисоб мераванд.

Сармояи зеҳнӣ бошад, ин худ рушди бевоситаи илмиву техникаӣ ва технологиявӣ инноватсионии соҳибқори байналмилалӣ доништа шуда, дар асоси дараҷаи баланди рақобатнокии шадиди бозори глобалии ҷаҳонӣ рушду ташаккул ёфта, асосашро зеҳни баланди нерӯи инсонӣ, истеъдоди нотақрори созандагиву тавлиди моли навин ва кашфиёти ихтирооти бузурги ҷаҳонӣ ташкил медиҳад, ки сарчашмаи пайдоишашон инсонҳои комили касбӣ ва ё худ пешвоёни таърихӣ, донишмандону ихтироъкорони ҷаҳонӣ мебошанд.

Чуноне, ки устод Ғаниев Т.Б., қайд менамоянд, рушди иқтисоди донишҳо дар менечменти байналмилалӣ аз рӯи чунин нишондиҳандаҳои рушди сармояи инсонӣ баҳо дода мешаванд:

Дараҷа ва сифати баланди сармояи инсонӣ ва сармоягузори ташаккули рушди он.

Риоя ва низоми устувори таъмини бехатарии рушди нерӯи зеҳнӣ ва устувории шуғли касбӣ ва дастгирии фаъолнокии истеъдодиву ҳунарии фарди ҳар як корманд.

Дараҷаи баланди сатҳу сифати зиндагонии кормандон ва устувории сатҳи рушдбандагии зинавии ихтисосмандии кормандон.

Мавҷудияти пешвоёни комили касбӣ ва дараҷаи фаъолнокии идоракунии функционаливу вазилавии онҳо.

Дараҷаи баланди рушди марказову паркҳои техникуву технологияи ширкатҳо ва ташкили муҳити озоди эҷодиву кашфиёти назариявӣ амалии истеҳсолоти навин.

Мавҷудияти корпоратсияҳои трансмиллии таъминкуандаи рақобатпазирии бузурги глобалии бозори ҷаҳонӣ ва рушди илмиву эҷодии соҳибкорӣ [2].

Олими дигар А.С. Климов ҳангоми таҳлили захираҳои зеҳнии ташкилот сармояи инсониро ҳамчун «маҷмӯи қобилиятҳо ва имкониятҳои фаъолияти инноватсионӣ, эҷодӣ нишон медиҳад, ки ба интиқолдиҳандаи онҳо даромад медиҳад» [8].

Аз нуқтаи назари олимони соҳа [2,13,5], концепсияи фаъолияти зеҳнии инсонӣ, дар рушду ташаккулёбии худ марҳила ва давраҳоеро тай намудааст, ки аз идоракунии захираҳои инсонӣ то идоракунии донишҳои муосирро дар бар гирифта дар охир мафҳуми «сармояи зеҳнии инсонӣ»-ро ташкил менамояд.

Омӯзиши концепсия, мазмун ва шартҳои маблағгузорӣ ба сармояи инсонӣ имкон дод, ки С.А. Дятлов ва А.Н. Добринин тавсифи умумии онро ҳамчун категорияи иқтисодии ҷомеаи иттилоотӣ-инноватсионӣ пешниҳод намоянд, ба ақидаи онҳо «... ин захираи зарурии саломатӣ, маҳорат, дониш ва малака аст, ки дар натиҷаи сармоягузорӣ ба вуҷуд омада, бевосита аз ҷониби шахс ташаккул ёфта, дар ҷараёни меҳнат, баланд бардоштани ҳосилнокии меҳнат ва даромади он мувофиқи мақсад истифода бурда мешавад» [5].

Ба ақидаи Дятлов С.А. тадқиқотҳои дар бораи сармояи инсонӣ гузаронидашуда, унсурҳои асосии сармояи инсонии инфиродиро таъкид мекунанд, ба монандӣ: «дониши инсон шакли муосиртарини маълумотҳо доништа шуда, дар фаъолиятҳои иқтисодӣ ва муносибатҳои иҷтимоӣ-меҳнатӣ истифода мешавад; қобилияти инсон маҳоратест, ки дар ҷараёни истеҳсолот ва иҷрои фаъолияти муайян истифода мешавад; маҳорат ва таҷрибаи инсон ин азхуд кардани амалиёти истеҳсолӣ ва дар ҳамон шакл иҷроиши онро нишон медиҳад; фарҳанги инсонӣ принципҳои рафтори инсонро дар доираи ахлоқи ҷамъияти нишон медиҳад; ҳавасмандии инсонӣ тавачҷуҳ ва шавқи кормандро ба фаъолият ва натиҷаҳои он нишон медиҳад» [7].

Дониш, қобилият, маҳорату таҷриба, фарҳанг ва ҳавасмандии корманд, унсурҳои ниҳоятан муҳими сармояи инсонӣ доништа шуда, асоси амалӣ гардондани фаъолияти навобаронаро нишон медиҳад.

Идоранамой ва истифодабарии сармояи инсонӣ ҳамчун механизми муосири иқтисодӣ доништа шуда, паҳлуҳои зиёдтаре дар худ дорад, ки доимо рушду инкишоф додани онҳо боиси пуратар гардидани ин сармояи муҳими иқтисодӣ доништа мешавад.

Аз ин гуфтаҳо маълум мегардад, ки ташаккули иқтисоди инноватсионӣ ба донишҳои муосир асос ёфта, рушду инкишофи иқтисодиёти муосирро нишон медиҳад. Рушди инноватсионии иқтисодиёти муосир, рушдест, ки дар он донишҳои муосири инсонӣ нақши аввалиндараҷа дошта, тақмили доимии онро талаб менамояд.

Дар фаъолияти идоракунии инноватсионӣ тавлид ва интиқоли донишҳои нав дар он ҳолат имконпазир доништа мешавад, ки агар дар ин раванд сармояи зеҳнӣ мавҷуд бошад. Аз ин рӯ, «асоси концепсияи сармояи зеҳнӣ манбаи асосии фаъолияти идоракунии инноватсионии ташкилот буда, рақобатпазирӣ ва рушду инкишофёбии онро ташкил медиҳад» [6].

Соҳтори сармояи зеҳнӣ олимон М.Мэлон ва Л.Эдвинсон пешниҳод мекунанд, ки унсурҳои зеринро дар бар мегирад:

- сармояи инсонӣ дар доштани дониши касбӣ, малакаи кордонӣ қобилияти истифодабарӣ, фарҳанги волои касбӣ ва арзишҳои ахлоқии инсон мебошад;

- сармояи ташкилӣ, яъне натиҷаҳои идоракунии фаъолияти равонии кормандон, ки дар таъминоти барномавӣ ва техникӣ таҷассум ёфта, он дарбаргирандаи литсензияҳо, патентҳо, тамғаҳои молӣ, тамғаҳои хизматрасонӣ, соҳтори ташкилӣ ва ғайра мебошанд;

- сармояи истеъмоли тавассути ҳамкориҳои кормандон ташаккул меёбад, аз ҷумла: муносибатҳои муштариён ва шартномаҳо, базаи иттилоотии муштариён, муносибатҳои муштариёни ғайришартномавӣ ва ҳама он маълумотҳо, ки барои истеъмоли молу маҳсулотҳо ҷамъоварӣ карда мешавад [15].

Ин равишҳои овардашуда, ба ғайр аз муносибат бо илм ва давлат, инчунин сармояи соҳибкорӣ дар раванди тиҷоратикунони инноватсияҳо ба назар мегирад. Асоси ин низомро, ташаккулёбии сармояи зеҳнии инсонӣ дар доираи низоми муосири таълимӣ ташкил медиҳад, ки иқтидори инсониро афзун мекунанд.

Вобаста аз алоқамандии табиӣ сармояи зеҳнии инсон бештар ба сатҳи саломатӣ вобастагии зиёд дорад. Саломатии инсон аз солимии оила ва солимии ҷомеа маншаъ гирифта, асоси тақрористеҳсоли солими қувваи кори оянда ва дуруст тарбия ёфтани онҳоро нишон медиҳад. Тарбияи солими инсон, боиси ҷамъияти солим гардида, барои омода кардани мутахассисони варзидаи соҳа таъсир расонад. Солимии инсонҳо шароитҳои муайянеро талаб менамоянд. Муҳайё кардани шароитҳо барои хуб нигоҳ доштани саломатии кормандон ба манфиати кор буда, доим дар фаъолият будани онҳоро кафолат медиҳад. «Аён аст, ки фаъолияти корманди солим ва пардохти музди меҳнати ӯ аз

фаъолияти мутахассиси оддӣ ва музди меҳнати ӯ фарқ пайдо мекунад, чунки як фикри солим ҳам ба соҳибаш ва ҳам ба атрофиёнаш манфиат хоҳад овард. Аз ин ҷост, ки саломатии инсон барои ҳуди ӯ ва ҳам барои корфармо бояд дар дараҷаи аввал бошад. Саломатии инсон муқаддастарин унсури сармояи инсонӣ дар ҳаёт доништа мешавад, чунки агар аз даст равад, баргардонидани он кори саҳлу осон нахоҳад буд» [16].

Тавачҷуҳ ба саломатии инсон ва самаранок идора кардани иқтисодии меҳнати кормандон паҳлуи муҳимми сармояи инсонӣ доништа шуда, аз ҷониби муҳаққиқон ва олимони соҳа таҳқиқи ҳамаҷониба карда шуда истодааст. Ин омӯзишҳо далолат аз он медиҳад, ки саломатии инсон байёнкунандаи ҳолати сармояи инсонӣ ва яке аз нишондиҳандаи асосӣ дар шаклгирии иқтисодиёти муосир доништа шуда истодааст. Тавачҷуҳ намудан ба ин унсури асосии сармояи инсонӣ яке аз ҳадафҳои асосӣ доништа шуда, диққати ҳамаҷонибаи моро талаб менамояд.

Менеҷерону роҳбарони зинаҳои гуногуни идоравиро зарур аст, ки ба ин гуна қобилиятҳои зеҳнӣ пайваста сармоягузори карда, тавонмандии бузурги нотакрори онҳо самаранок истифода карда тавонанд. Аз ин хотир дар шароити муосир яке аз равиши асосии самаранок истифодабарии иқтисодии меҳнати кормандон дар ҳавасмандгардонии баланди онҳо дида мешавад. Албатта, дараҷаи даромаднокии қобилиятҳо вобаста ба равишҳо, хусусияти соҳавӣ ва тарзу усули амалисозии он фарқкунанда мебошанд [4]. Вобаста ба ин гуфтаҳо, ҳамагуна фаъолиятҳои ки инсон иҷро менамояд, бояд бо як ҳавасмандии баланд иҷро намояд. Фаъолиятҳои инсон ҳамон вақт самаранок иҷро менамояд, ки аз натиҷаи фаъолияти меҳнати худ ҳавасманд аст. Аз ҷониби дигар ҳавасмандии инсон дар як дараҷаи хуб истифода шудани сармояи инсонии ӯро бозгӯ мебошад.



Расми 1 – Ташаккулёбӣ ва инкишофи сармояи зеҳнии инсонӣ

Олими иқтисоддон Устинова К.А., оид ба сармояи инсонӣ ва нақши он дар иқтисодиёти инноватсионӣ таҳқиқотҳои зиёди илмӣ намуда, дар концепсияи пешниҳоднамудаи худ қайд менамояд, ки сармояи инсонии дар иқтисодиёти инноватсионӣ амал кунанда, асосашро сармояи зеҳнӣ ташкил медиҳад [11].

Дар баробари ин гуфтаҳо, сармояи зеҳнии ташаккулёфта бояд татбиқи худро дар фаъолияти муносиби инноватсионие пайдо кунад, ки боиси офариниши маҳсулотҳои навин аз иқтисодии инноватсионии инсонӣ гардад. Ин функсия бо модели дар зер овардашуда тавассути ҳамкориҳои унсурҳои асосии сармояи инсонӣ, унсурҳои асосии сармояи ташкилӣ ва унсурҳои асосии сармояи истеъмолий ташаккул меёбад, ки он дар шакли расм чунин тасвир шудааст (нигаред ба расми 1).

Аз расм дидан мумкин аст, ки сармояи зеҳнии инсонӣ, ташаккулёбӣ ва инкишофи он дар идоракунии иқтисодиёти муосир, шуруъ мешавад аз зерқисмати сармояи инсонӣ, яъне малакаи корманд, дониши азхудкарда, қобилият, фарҳанги меҳнат ва арзишҳои ахлоқӣ.

Зерқисмати дигари ин модел сармояи ташкилӣ ба ҳисоб меравад, яъне натиҷаҳои фаъолияти равонии кормандон, ки дар таъминоти барномавӣ ва техникаӣ таҷассум ёфтаанд, он дарбаргирандаи литсензияҳо, патентҳо, тамғаҳои молӣ, тамғаҳои хизматрасонӣ, сохтори идоравии ташкилӣ, ҳавасмандкуниҳо ва ғайра мебошанд.

Зерқисмати сеюми, ки қисмати асосии ин модел доништа мешавад ва он дар баргарандаи унсурҳои асосии сармояи истеъмолий, ки тавассути роҳбарӣ ва ҳамкориҳои истеҳсолкунандагон ва истеҳсолкунандагон ташаккул меёбад, аз ҷумла: муносибатҳои дутарафаи истеҳсолкунанда ва истеҳсолкунанда, базаи иттилоотии муштариён, муносибатҳои муштариёни ғайришартномавӣ ва ҳама он маълумотҳои, ки барои истеъмоли молу маҳсулотҳо ҷамъоварӣ кардашуда ба ҳисоб меравад.

Ташаккулёбӣ ва инкишофи сармояи зеҳнии инсонӣ дар асоси ҳамкориҳои доимии ин се унсурҳои пешниҳодшуда ба роҳ монда мешавад ва ин асоси иқтисодиёти инноватсионии муосир доништа мешавад.

Хулоса, дар айни замон ба системаи маориф, ки равандҳои таъмин, ҷамъоварӣ ва паҳнкунии донишро дар раванди рушди инноватсионӣ, муқаррар кардани хусусият ва суръати навсозии истеҳсолот, тамаркузи онро ба таълиму тарбияи насли наврас ташкил медиҳад, нақши пешбарандаро иҷро менамояд.

Аз ин гуфтаҳо бар меояд, ки рушду ташаккулёбӣ ва идоракунии ин сармояи муҳим ва алоқамандии он бо иқтисоди донишҳо дар менечменти муосир нақши ҳалкунандаро иҷро менамояд.

Муқаррариз: Қодирзода Н.Х. – н.и.у., сардори шугъбаи кадрҳои Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.

Адабиёт

1. Артемьев А.В. Человеческий капитал как фактор экономического роста: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.01 / Артемьев Андрей Вячеславович. – Казань, 2007. – С.12.
2. Ганиев Т.Б. Менечмент: Муносибатҳои иқтисодии байналмилалӣ. – Душанбе, «Ирфон». – 2017. – С.161.
3. Гойло В.С. Интеллектуальный капитал // Мировая экономика и международные отношения. – 1998. – № 11. – С. 68–77.
4. Давлатов С.Н., Искандаров Ҳ.Ҳ. Сармояи инсонӣ ва нақши он дар рушди иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон//Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. - Душанбе: «СИНО», 2015. №2/6(175). - С 94-97.
5. Добрынин А.И. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. – СПб.: Наука, 1999. – 309 с.
6. Доклад «О развитии человека ООН 2010» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/development/hdr/2010/hdr_2010_complete.pdf (дата обращения: 02.06.2023).
7. Дятлов С.А. Структурная трансформация социальной сферы в информационной экономике // Экономика образования. – 2015. – № 2. – С. 27–35.
8. Классификация и виды человеческого капитала в инновационной экономике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://creativeconomy.ru/library/prd165.php> (дата обращения: 02.06.2023).
9. Критский М.М. Человеческий капитал. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991.
10. Смирнов В.Т. Человеческий капитал: содержание и виды, оценка и стимулирование: монография / В.Т. Смирнов, И.В. Сошников, В.И. Романчин, И.В. Скоблякова; под ред. д.э.н., проф. В.Т. Смирнова. – М.: Машиностроение-1; Орел: ОрелГТУ, 2005. – 513 с.

11. Устинова К.А. Человеческий капитал в инновационной экономике: монография / К.А. Устинова, Е.С. Губанова, Г.В. Леонидова. – Вологда: Институт социально-экономического развития территорий РАН, 2015. – 195 с.
12. Цапенко И. Человеческие ресурсы в сфере науки и технологий: состояние и эффективность использования // Мировая экономика и международные отношения. – 2014. – № 4. – С. 3–15.
13. Эдвинсон Л., Мэлоун М. Интеллектуальный капитал. Определение истинной стоимости компании. М.: Harper Business, 1997. - 240с.
14. Ben-Porath Y. The Production of Human Capital over Time // Education, Income, and Human Capital. – NBER, 1970. – P. 129–154.
15. Edvinsson L. Intellectual Capital: Realizing Your Company’s True Value by Finding Its Hidden Roots [Text] / L. Edvinsson, M. Malone. – New York: Harper Collins Publishers, 1997.
16. Social Security and Public Health: Annual Report of the Public Health Society. – New York, 2004. – P. 126-127.
17. Throu L. Investment in Human Capital / L. Throu. – Belmont, 1970.

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

TJ	RU	EN
Искандарзода Хофиз Ҳақим н.и.и., дотсент	Искандарзода Хофиз Ҳақим к.э.н., доцент	Iskandarzoda Hofiz Hakim Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
hofiz.iskandarov@mail.ru		
TJ	RU	EN
Давлатов Сорбон Назримадович н.и.и., муаллими калон	Давлатов Сорбон Назримадович к.э.н., старший преподаватель	Davlatov Sorbon Nazrimadovich Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
Sorbon_07@mail.ru		

УДК: 367.7(575.3)

ИНВЕСТИЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТАДЖИКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

А.Д. Ахророва, Ф.Дж. Бобоев, Ш.Н. Саидова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Таджикский национальный университет

В статье исследуется отрицательное и положительное влияние государственного долга на макроэкономическое развитие. Дана характеристика структуры долговых обязательств Республики Таджикистан, обоснована необходимость постоянного мониторинга состояния государственного долга с учетом потенциальных внешних вызовов и угроз, сформулированы меры, направленные на повышение эффективности управления государственным долгом, аккумулированным в энергетической и транспортной инфраструктуре.

Ключевые слова: государственный долг, дефицит, обслуживание, государственный бюджет, долговые обязательства, государственные облигации, электроэнергетика, транспорт, управление.

ФАЪОЛНОКИИ САРМОЯГУЗОРИИ ИНФРАСОҲТОРИ ЭНЕРГЕТИКӢ ВА НАҚЛИӢТИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ШАРОИТИ УҲДАДОРИҶОИ ҚАРЗӢ

А.Д. Аҳророва, Ф.Ҷ. Бобоев, Ш.Н. Саидова

Дар мақола таъсири манфӣ ва мусбати қарзи давлатӣ ба рушди макроиқтисодӣ баррасӣ шудааст. Соҳтори уҳдадориҳои қарзии Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсиф карда шуда, зарурати мониторинги доимии вазъи он бо дарназардошти таҳдидҳо ва хатарҳои эҳтимолии беруна, асоснок карда шуда, барои баланс бардоштани самаранокии идоракунии қарзи давлатии дар соҳаи инфрасоҳтори энергетикӣ ва нақлиётӣ чамъшуда тадбириҳо таҳия шудаанд.

Калидвожаҳо: қарзи давлатӣ, каср, хизматрасонӣ, бучети давлатӣ, уҳдадориҳои қарзӣ, вомбарғҳои давлатӣ, электроэнергетика, нақлиёт, идоракунии.

INVESTMENT ACTIVITY OF ENERGY AND TRANSPORT INFRASTRUCTURES OF TAJIKISTAN IN THE CONDITIONS OF DEBT OBLIGATIONS

A.D. Akhrova, F.J. Boboev, Sh.N. Saidova

The article studies the negative and positive impact of public debt on macroeconomic development. The article characterizes the structure of debt obligations of the Republic of Tajikistan, substantiates the necessity of constant monitoring of its condition taking into account potential external challenges and threats, formulates measures aimed at improving the efficiency of public debt management accumulated in the energy and transport infrastructure.

Keywords: public debt, deficit, servicing, government budget, debt obligations, government bonds, electricity, transportation, governance.

Введение

Характерной особенностью современного этапа развития человеческого общества является повышенное внимание к проблеме обеспечения устойчивости социально-экономических систем. В рамках новой программы устойчивого развития до 2030 г. страны - члены ООН 25. 09. 2015 г. приняли 17 целей, направленных на сокращение бедности, защиту планеты и обеспечение процветания для всех.

Одной из приоритетных целей устойчивого развития (ЦУР) признано: «создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям» [1]. Во многих развивающихся странах, в том числе в Таджикистане, сохраняется низкий уровень развития базовой инфраструктуры, включающей транспортную и энергетическую системы.

Само понятие «инфраструктура» (в переводе от латинского «infra» – под, нижний и «structure» – структура, положение) в экономических исследованиях стало применяться в сороковых годах прошлого столетия и имело неоднозначное понимание.

Состояние проблемы. Результаты исследований свидетельствуют о многоаспектном характере проблемы государственного долга в развивающихся странах, который оказывает существенное влияние на инвестиционную привлекательность их экономик.

Как известно инвестиционный климат характеризуется сочетанием инвестиционной привлекательности и инвестиционной активности. Инвестиционная привлекательность – это система различных объективных признаков, средств, возможностей, обуславливающих в совокупности потенциальный платежеспособный спрос на инвестиции в экономику страны, в том числе в ее инфраструктурные отрасли. Можно выделить два компонента инвестиционной привлекательности: инвестиционный потенциал и некоммерческие инвестиционные риски. Последние обусловлены внешней по отношению к инвестору макроэкономической и отраслевой ситуацией, а также в определенной мере политической.

Проблема государственного долга, в том числе аккумулированного в инфраструктурных отраслях, последствий его наращивания для экономики страны, приобретая все большую значимость в экономической и финансовой политике многих стран [2], существенно влияет на их экономическое развитие. Инфраструктура, по мнению П. Розенштейна Родана, это «базовые отрасли экономики»: энергетика, транспорт и связь, формирование и развитие которых, предшествуя более быстро окупаемым и производительным инвестициям [3], требует огромных инвестиций, в том числе заимствованных.

По данным МВФ, если в 2014 г. средний уровень государственного долга в странах по средним уровнем доходов составлял 41% ВВП, то к 2022 г. он достиг 66% ВВП. В развитых странах этот показатель в рассматриваемые годы составил соответственно 104% и 112% ВВП, а в странах с низким уровнем доходов – 31% и 48% ВВП соответственно. Прогноз МВФ на ближайшие годы также предполагает более быстрый рост государственного долга в группе стран со средним уровнем доходов [4].

Данные, приведённые на рисунке 1, демонстрируют что величина государственного долга Таджикистана в 2014-2020 гг., имела тенденцию роста и увеличилась на 1,5 раза. В последующие годы наблюдается уменьшение. В 2022 году по сравнению с 2020 годом величина государственного долга уменьшилась на 3,3%, что составляет 127 \$ млн.

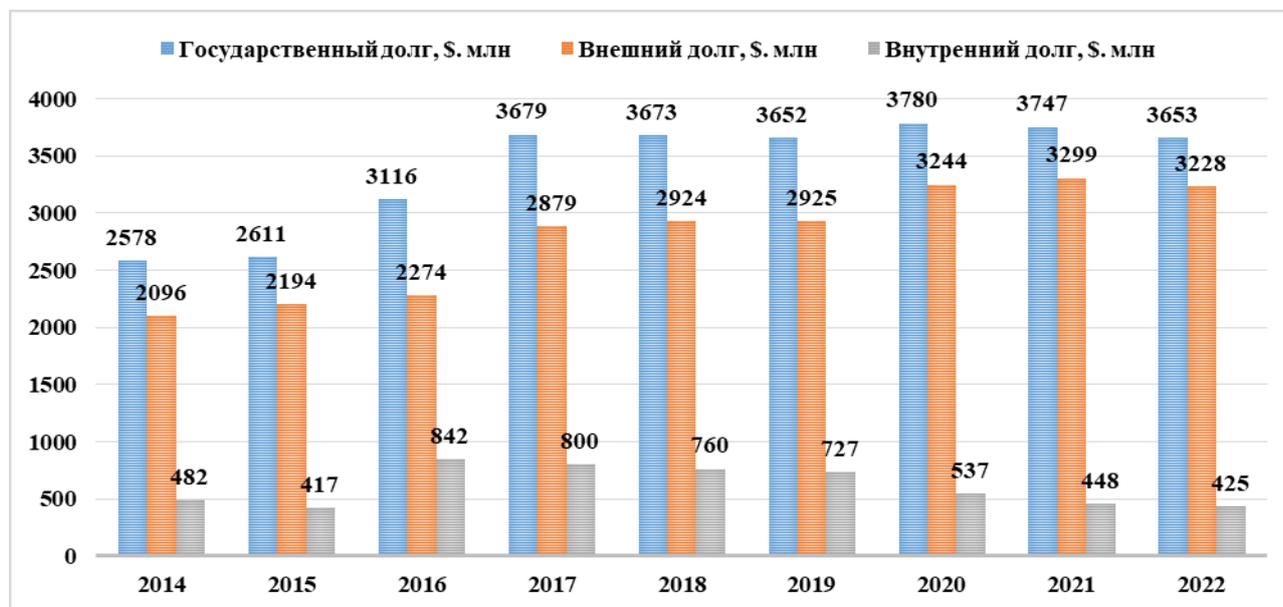


Рисунок 1 – Динамика государственного долга Таджикистана в разбивке на внешний и внутренний, \$ млн.

Источник: составлено авторами на основе: *Отчёт о состоянии государственного внешнего долга Таджикистана за 2023 год* // - Душанбе, Министерство Финансов Республики Таджикистан, 2023. – 40 с.

Выполненные исследования свидетельствуют о том, что отношение государственного долга к ВВП в 2022 г. в центрально азиатских республиках снизилось в противовес глобальным тенденциям. Например, в Республике Таджикистан в 2022 г. долговая нагрузка снизилась с 43% до 33% от ВВП, а в Кыргызской Республике – с 59% до 52% от ВВП [4].

Ключевой причиной увеличения долговой нагрузки в 2015–2017 гг. было ослабление обменного курса сомони на фоне ухудшения платежного баланса: экономический кризис в России снизил приток денежных переводов со стороны трудовых мигрантов, дополнительным внешним шоком стало снижение мировых цен на товары, составляющие существенную часть экспорта Республики Таджикистан – хлопок и алюминий.

В то же время номинальный рост ВВП оставался высоким в течение всего анализируемого периода за исключением года пандемии (таблица 4), что ограничивало увеличение государственного долга относительно ВВП. При этом обращает на себя внимание значительный вклад в рост долга не идентифицированных факторов. В частности, в 2016–2017 гг. эта категория существенно увеличила долговую нагрузку, а в 2020–2021 гг. – наоборот, привела к сокращению долга. Можно предположить, что указанный фактор изменения долга включает в себя гарантии, предоставляемые государственным компаниям [4].

В структуре государственного долга по-прежнему преобладают внешние заимствования, на долю которых приходится 88,4 процентов от общего государственного долгового портфеля. Внешний долг Республики Таджикистан за 2022 год снизился по сравнению с показателем 2021 года на 71 млн. долларов США. Величина внешнего долга страны уменьшилась за счёт погашения основного долга на сумму 181,4 млн. долларов США, включая полное погашение долга Национального банка Таджикистана (НБТ) перед внешними кредиторами.

Внутренний государственный долг Республики Таджикистан по состоянию на 1 января 2023 года составил 4,7 млрд. сомони (424,6 млн. долларов США), что в процентном выражении составляет 4,0% к ВВП. По сравнению с показателем 2021 года внутренний государственный долг сократился на 373,8 млн. сомони. Доля внутреннего долга за 2022 год в структуре государственного долга Таджикистана составила 11,6 %. Для сравнения, Кыргызская Республика в последние годы достигла значимых успехов

в развитии внутреннего долга – доля внутреннего долга за 2010–2022 гг. выросла с 6,4% до 20%. В Казахстане объем внутреннего долга превышает объем внешних заимствований (более 70% от всего объема долга в 2022 г.) [4].

Согласно Стратегии управления государственным долгом на 2021-2023 годы, в целях предупреждения нагрузки на бюджет по обслуживанию государственного долга, Республика Таджикистан привлекает внешние кредиты по низким процентным ставкам и на льготных условиях. Таким образом, процентные ставки по внешним заимствованиям варьируются от 0,15% до 3%. Например, в Кыргызской Республике внешние долги привлекаются с процентной ставкой от 0,1-2% и сроком погашения до 40 лет [5]. Также по займам Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) и Европейского Инвестиционного Банка (ЕИБ) установлен фиксированный спред сверх ЛИБОР. Наименьший льготный период равный 3 годам предоставлен по кредитам ЕБРР, в то время как наибольший льготный период имеется по кредитам Германии и Всемирного Банка. Сроки погашения займов также колеблются в пределах от 15 до 40 лет. К настоящему времени самым привлекательным в кредитном портфеле Таджикистана является заём от Французской Республики с процентной ставкой 0,15%, с льготным периодом в 20 лет и сроком погашения в 40 лет. Кроме того, льготный кредит Международного валютного фонда (МВФ), выделенный на поддержку бюджета, является беспроцентным, с общим сроком в 10 лет и 5-летним льготным периодом. Кредитные средства Евразийского фонда стабилизации и развития (ЕФСР) для поддержки бюджета, были предоставлены на 20 лет под 1% годовых с льготным периодом 10 лет, в первый год процентная ставка составит 0,25% годовых [10].

Экспортно-Импортный Банк Китайской Народной Республики (ЭКСИМБАНК КНР) предоставляет льготные кредиты в долларах США и юанях КНР, при этом для каждой из валют существуют различные условия. Например, если льготные кредиты предоставляются в долларах США срок кредита может составлять 20 лет, льготный период 9 лет, годовая процентная ставка 2%, если юанях КНР, то срок кредита может составлять 25 лет, льготный период 8-11 лет, годовая процентная ставка 1,5%.

Республика Таджикистан (РТ), активно поддерживая ЦУР, руководствуется ими при разработке стратегических планов развития национальной экономики в целом, и ее инфраструктурных отраслей в частности. Развитая инфраструктура является необходимым условием не только для обеспечения процесса производства страны [6], но и, интегрируясь с общехозяйственным комплексом, становится важным фактором формирования инвестиционно – привлекательной экономической среды, тем самым обеспечивая создание новых рабочих мест, поступление налогов, что создает предпосылки для повышения социального уровня жизни населения – главного индикатора экономического роста страны [7].

В соответствии с НСР РТ на период до 2030 г., «...топливно-энергетический комплекс и транспортный сектор должны стать драйверами роста реальных секторов экономики и национальной экономики в целом» [8]. Возможность успешной реализации стратегических приоритетов страны, восприятие развития энергетики и транспорта, как механизмов обеспечения энергетической и транспортной безопасности страны в условиях ограниченного доступа к собственным финансовым ресурсам связана с привлечением в эти сферы внешних инвестиционных ресурсов.

Проведение реформ в отечественной электроэнергетике позволило обеспечить положительные структурные и управленческие преобразования. Внедрение цифровых технологий обеспечило возможность улучшения учета реализации электроэнергии на внутреннем рынке. Поэтапная модернизация существующих и строительство новых ГЭС и ТЭС, возобновление связи с энергосистемой Центральной Азии создали условия для сезонного экспорта электроэнергии в соседние страны. Однако, несмотря на достижение значительного прогресса в энергетическом секторе, все еще сохраняются сезонный дефицит электроэнергии, низкий уровень эффективности использования энергетических ресурсов, низкий уровень использования гидроэнергетического потенциала, включая холостые сбросы воды на ГЭС.

Стратегическая значимость для страны капиталоемких энергетических и транспортных проектов предопределяет, необходимость не только поиска финансовых ресурсов, но и обеспечения их эффективного использования. Управление долговыми обязательствами, уже аккумулированными и привлекаемыми в настоящее время в энергетическую и транспортную инфраструктуру, приобрело особую актуальность.

В Таджикистане финансовые средства в электроэнергетику направляются, как было отмечено выше, как в строительство новых энергетических объектов, так и реконструкцию действующих электрических станций, подстанций и линий электропередач. В транспортную отрасль - для модернизации, реконструкции и возведения дорог.

Следует отметить, что за годы независимости с помощью финансовых ресурсов иностранных государств реализованы проекты сооружения гидроэлектростанции «Сангтудинская ГЭС-1» мощностью 670 МВт, при долевом участии в финансировании Госкорпорации «Росатом» - 60,13%, Правительства РТ - 25%, и ОАО «ИНТЕР РАО ЕЭС» - 14,87%, «Сангтудинская ГЭС-2» мощностью 220 МВт за счет льготного кредита в размере \$180 млн., предусматривающего эксплуатацию этой ГЭС кредитором

(Исламской Республики Иран) в течение 12,5 лет, после чего электрическая станция перейдет в собственность Таджикистана, ЛЭП 500 кВ «Юг-Север» и ЛЭП 200 кВ «Полазор-Хатлон» были реализованы за счёт кредитов Экспортно-импортного банка КНР. Следует отметить, что в стране при финансовой поддержке финансовых институтов реализуется потенциал солнечной энергии.

Слабое развитие транспортно-логистической системы в первые годы государственной независимости Таджикистана тормозило экономический рост страны. Географически Таджикистан является горной страной, отдален от международных транзитных артерий и не имеет выхода к водным путям. Правительство страны уделяет пристальное внимание улучшению инвестиционного климата, что проявляется как в совершенствовании нормативно-правовой базы, так и в разработке соответствующих организационно –экономических механизмов. Привлечение инвестиционных финансовых ресурсов в экономику страны в 2014-2022 гг. иллюстрируется данными таблицы 1.

Таблица 1 – Динамика капитальных вложений в экономику Республики Таджикистан за 2014-2022 гг.

Показатели	Годы								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Капитальные вложения в экономику, всего млн. сом	7493	9751	11181	11372	13361	12518	11756	15125	16655
в том числе в промышленность, млн. сом	2227	4482	5673	5992	7974	6121	5684	5650	5732
- в том числе в электроэнергетику, млн. сом	1361	2729	3874	4081	5593	4778	4791	4211	4951
в % от общего объёма капитальных вложений	18	28	35	36	42	38	41	28	30
в том числе в транспорт и связь, млн. сом	1176,0	1019	1507	1203	1152	1049	1085	1612	1971
в % от общего объёма капитальных вложений	16	10	13	11	9	8	9	11	12
Капитальные вложения в электроэнергетику от ВВП, %	3	5	7	6	8	6	6	4	4
Капитальные вложения в транспорт и связь от ВВП, %	3	2	3	2	2	1	1	2	2

Источник: составлено авторами на основе: *Статистический ежегодник Таджикистана //*. – Душанбе: АСПРТ, 2023. – 419 стр.

Как видно из таблицы 1, отмечается устойчивая тенденция роста капитальных вложений в энергетику и транспорт. Следует отметить, что помимо привлеченных ресурсов в последние годы увеличились расходы государства на поддержку энергетического комплекса и транспортной отрасли Таджикистана (таблица 2), что еще раз подчеркивает особую значимость развития данных инфраструктурных отраслей для экономики нашей страны.

Таблица 2 – Динамика расходов государственного бюджета на топливно-энергетический комплекс Республики Таджикистан за 2014-2022 гг.

Показатели	Годы								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Расходная часть госбюджета, всего млн. сом	13190	16227	18294	22264	24187	23807	24812	29343	35339
в том числе, расходы госбюджета на ТЭК, млн.сом	1492	2923	3723	6280	6472	4674	4976	4648	6511
в % от общего объёма расходов госбюджета	11,3	18,0	20,3	28,2	26,8	19,6	20,0	15,8	18,4
в том числе, расходы госбюджета на транспорт и коммуникации, млн.сом	755	987	948	1075	1292	1196	1026	1714	2397
в % от общего объёма расходов госбюджета	5,7	6,1	5,2	4,8	5,3	5,0	4,1	5,8	6,8
Расходы госбюджета в ТЭК от ВВП, %	3,3	5,7	6,8	9,7	9,1	5,9	6,0	4,6	5,6
Расходы госбюджета на транспорт и коммуникации от ВВП, %	1,7	1,9	1,7	1,7	1,8	1,5	1,2	1,7	2,1

Источник: составлено авторами по: *Финансы Таджикистана: // Статистический сборник*. – Душанбе: АСПРТ, 2023. – 121с.

За рассматриваемый период расходы бюджета на топливно-энергетический комплекс и транспорт увеличились соответственно на 436,4% и 317,5%. В 2022 г. расходы государственного бюджета в энергетический сектор экономики составили 18,4%, т.е. были приоритетными по величине относительно других статей расходов государства. Удельный вес транспортной отрасли в общем объеме расходов бюджета составил 7,0% (Рис. 2.)

В развитие электроэнергетической и транспортной отраслей страны значителен вклад таких международных финансовых институтов, как Азиатский Банк Развития (АБР), Всемирный Банк (ВБ), Исламский Банк Развития (ИБР) и Эксимбанк Китая. Преимущественная часть этих финансовых ресурсов являются кредитами.

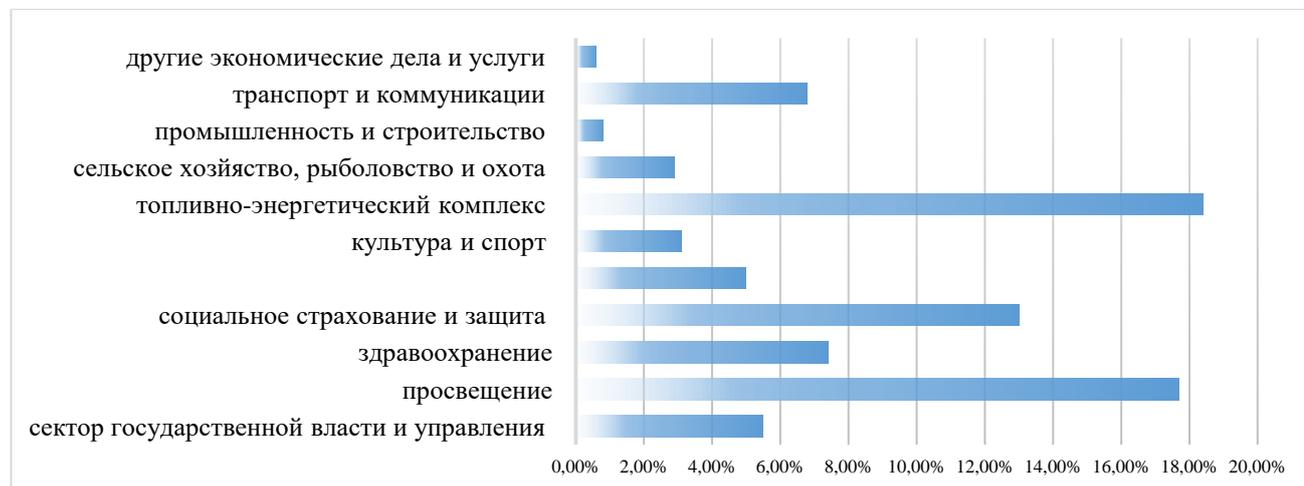


Рисунок 2 – Расходы государственного бюджета за 2022 г, в %

Источник: составлено авторами по: *Финансы Таджикистана: // Статистический сборник. – Душанбе: АСППРТ, 2023. – 121с.*

Электроэнергетика является одной из приоритетных в Таджикистане сфер аккумулирования внешнего долга. Удельный вес электроэнергетики в общем объеме внешнего долга составляет 40,1%. (Рис. 3).

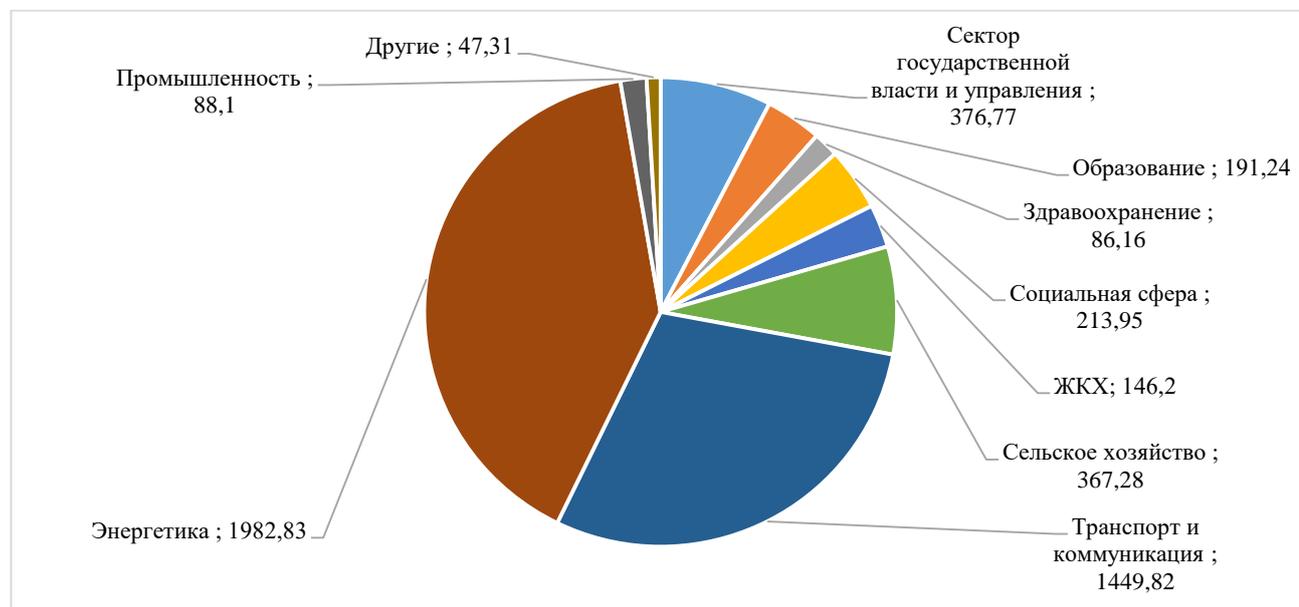


Рисунок 3 – Внешний долг РТ по отраслям экономики на 1. 01. 2023., \$ млн.

Источник: составлено авторами по: *Отчёт о состоянии государственного внешнего долга Таджикистана за 2023 год // - Душанбе, Министерство Финансов Республики Таджикистан, 2024. – 40 с.*

По состоянию на 01.01.2023 года на энергетический сектор страны приходится 28 кредитных соглашений на сумму \$1 982,8 млн. Активно используется иностранная финансовая помощь и для развития энергетического сектора других стран региона Центральной Азии. Например, в 1994-2018 годы Кыргызстаном было подписано соглашений на сумму 2 147,8 млн. долларов США, в том числе

кредиты –1 853,7 млн. долларов, гранты–294,1 млн. долларов. В общем итоге, энергетический сектор стал реципиентом 21% всей финансовой помощи [9].

На транспортную отрасль страны по состоянию на 01.01.2023 года приходится 41 кредитное соглашение на сумму \$.1449,82 млн., в том числе освоенные - \$.1275,76 млн. Для сравнения в транспортной инфраструктуре Кыргызстана за годы реформ было реализовано 56 проектов, на которые было направлено 26% всей внешней помощи, в том числе 48 кредитных соглашений на сумму \$.2239, 3 млн., и 19 грантовых соглашений на сумму \$.373,1 млн [9].

Концентрация значительного объема внешнего долга в отечественной электроэнергетике и транспортной отрасли страны обусловлена реализацией проектов по восстановлению изношенного оборудования, снижению потерь электрической энергии, освоению гидроэнергетического потенциала, реконструкции, модернизации и возведению дорог.

Осознавая стратегическую значимость реализации проекта Рогунской ГЭС, Таджикистан в 2017 году вышел на рынок евробондов. Выпуск объемом 500 млн долл. США, целью которого было финансирование строительства Рогунской ГЭС, был размещен под ставку – 7,125% годовых с погашением в 2027 г. В соответствии с данными Министерства финансов РТ евробонды были проданы управляющим фондам (85%), хедж фондам (9%), банкам и другим финансовым организациям (6%). Государственные облигации были приобретены инвесторами из США (38%), Великобритании (24%), стран Европейского Союза (35%) и Азии (3%).

Внешний долг, сконцентрированный в электроэнергетике и транспортной отрасли Таджикистана, обслуживается из государственного бюджета, который как известно также является источником финансирования таких отраслей как образование, здравоохранение, социальное обеспечение. Устойчивость развития этих сегментов национальной экономики и, как следствие, уровень качества жизни населения, при необоснованном увеличении и неэффективном использовании внешнего долга, подвергается значительным рискам. В соседней Кыргызской Республике «Основная пиковая нагрузка по погашению кредитов, выделенных на энергетику Кыргызской Республики, запланирована на 2025-2030 гг. С 2025 г. ежегодные выплаты превысят 100 млн. долларов, что тяжелым бременем ляжет на госбюджет» [9].

По состоянию на 31 декабря 2022 года, объем погашенного государственного долга Таджикистана составил 322,1 млн. долларов США, в том числе погашение внешнего долга – 254,6 млн. долларов США, внутреннего долга – 67,5 млн. долларов США. Данный показатель увеличился по сравнению с 2021 годом на 10,3 млн. долларов США. Динамика обслуживания государственного долга Республики Таджикистан за 2014-2021 гг., приведена в таблице 3. Данные этой таблицы свидетельствуют о том, что обслуживание внешнего долга за рассматриваемый период увеличилось в 1,9 раза. При этом, значительная часть финансовых ресурсов идет на погашение основного долга, удельный вес которого за 2014-2022 гг., с 76,7 % уменьшился до 71,3 %.

Таблица 3 – Динамика обслуживания государственного долга Республики Таджикистан за 2014-2021 гг.

Показатели	Годы								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Обслуживание внешнего долга, \$. млн	136,2	144,7	159,2 3	176,5 1	224,04	229,1	223,2	232,2	254,3
Основной долг, \$. млн	104,5	113,3	125,5	139,1	150,3	154,05	156,7	157,3	181,4
Проценты, \$. млн	31,6	31,4	33,7	37,5	73,7	75,05	66,5	74,9	73,2

Источник: составлено авторами по: Отчёт о состоянии государственного внешнего долга Таджикистана за 2023 год // - Душанбе, Министерство Финансов Республики Таджикистан, 2024. – 40 с.

Приведенная на рис. 4, диаграмма характеризует динамику обслуживания внешнего долга за счет доходов государственного бюджета. Приведенная на рисунке 4 динамика обслуживания внешнего долга за счет доходов государственного бюджета, свидетельствует о том, что за рассматриваемый период выплаты внешнего долга за счёт доходов государственного бюджета увеличились в 2,3 раза или на \$.120,4 млн.

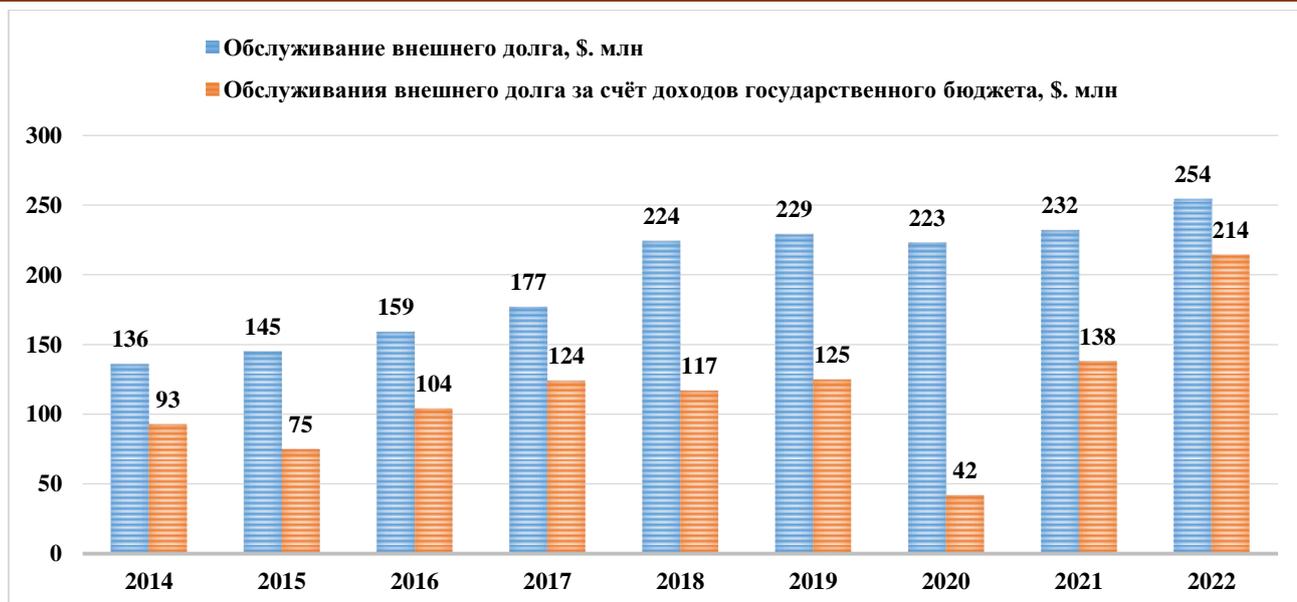


Рисунок 4 – Динамика обслуживания внешнего долга за счёт доходов государственного бюджета, \$. млн.
Составлено авторами по: *Законы Республики Таджикистан о государственном бюджете Республики Таджикистан на 2014 - 2022 гг.*

Необходимо отметить, что сама по себе величина внешнего долга мало о чем свидетельствует. Для оценки платежеспособности необходимо иметь представление в целом об экономической ситуации в стране. При этом решающее значение имеют такие показатели, как достигнутый уровень экономического развития, измеряемый объемом ВВП, государственный бюджет, объем экспорта и размер внешнего долга в абсолютном выражении (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика показателей, характеризующих экономическое развитие Таджикистана, \$. млн.

Показатели	Годы								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ВВП, млн. \$	9402	8317	7036	7591	7826	8373	8385	9027	10817
Темпы прироста, %		88,4	75,5	107,9	103,1	107,1	100,1	107,6	119,8
Общий объём государственного бюджета, \$. млн.	2717	2373	2336	2262	2537	2422	2218	2946	3535
Темпы прироста, %		-12,7	-1,6	-3,1	12,1	-4,5	-8,4	32,8	20,1
Экспорт, \$. млн	977	891	899	1198	1073	1174	1407	2151	2142
Темпы прироста, %		-8,9	0,91	33,3	-10,4	9,4	19,8	52,8	-0,35
Внешний государственный долг, \$. млн	2096	2194	2274	2879	2924	2925	3244	3299	3228
Темпы прироста, %		4,7	3,6	26,6	1,57	0,04	10,9	1,7	-2,15
Обслуживание внешнего долга, \$. млн	136,2	144,7	159,23	176,51	224,04	229,1	223,2	232,2	254,6
Темпы прироста, %		6,2	10,0	10,8	26,9	2,2	-2,6	4,0	9,6

Составлено авторами на основе: *Статистический ежегодник Таджикистана //.* – Душанбе: АСПРТ, 2023. – 419 стр.

Анализ данных таблицы 4, свидетельствует о том, что за рассматриваемый период ВВП (в долларовом исчислении) страны увеличился на 15%, общий объём государственного бюджета увеличился на 30%. Экспорт товаров и услуг увеличился в 2,2 раза, внешний государственный долг (ВД) увеличился на 54,0%. Особый интерес представляет анализ этих показателей в расчете на душу населения, что иллюстрируется рис. 5.



Рисунок 5 – Динамика ВВП, ГБ, ВД и экспорта товаров и услуг в расчёте на душу населения, \$. /чел.

Составлено авторами на основе: Статистический ежегодник Таджикистана // – Душанбе: АСПРТ, 2023. – 419 стр.

Как видно из диаграммы, характер изменения ВВП на душу населения отражает влияние имевших место кризисных явлений в отечественной и мировой экономике в период пандемии COVID-2019. Экспорт товаров и услуг на душу населения в 2017 году составил около 66% его уровня в 2007 году, при этом ВД в расчете на душу населения за этот период увеличился в 1,3 раза.

Платежи по обслуживанию долга осуществляются, как правило, в иностранной валюте, поэтому страны с развитым экспортным сектором экономики находятся в лучшем положении. Платежеспособность страны зависит от темпов роста ВВП и экспорта. Если они превышают темп увеличения внешнего долга, то платежеспособность страны будет укрепляться даже при быстром росте долга.

Необходимо отметить, что валютная составляющая госдолга для Таджикистана представляет угрозу финансовому благополучию, так как девальвация национальной валюты неизбежно ведет к удорожанию самого долга и его обслуживания. На рисунке 6, приводится структура внешнего долга по валютам заимствования.

Необходимо подчеркнуть, что неблагоприятные факторы, связанные с динамикой валютного курса, процентных ставок и ликвидностью, привели в 2022 г. к дефолту Шри-Ланки, Мали и Ганы, уязвимыми перед долговыми рисками остаются Аргентина, Сальвадор, Мозамбик и ряд других стран [4].

В настоящее время размеры погашения и обслуживания долга в значительной степени зависят от материализации рисков, связанных со структурой государственного долга. В связи с тем, что учет доходов государственного бюджета осуществляется в сомони, а платежи по внешнему долгу производятся в иностранной валюте, государство несет значительные риски, при изменении валютного курса сомони [10]. Низкая диверсификация валютной структуры государственного долга подвержена риску наступления финансовых потерь в результате кризиса и колебания курсов валют и с этой точки зрения является уязвимой, что негативно может отразиться в целом на экономической безопасности государства и конкретно на энергетической и транспортной безопасности.

В структуре долгового портфеля 36,6% приходится на двусторонние кредиты, где основным кредитором выступает ЭКСИМБАНК КНР. По состоянию на 1 января 2023 года обязательства перед этим банком составили 992,5 млн долл., т.е. 30,7% внешнего долга республики (см. рисунок. 7). Для сравнения доля внешнего долга Кыргызской Республики ЭКСИМБАНКу КНР на конец 2022 г. составила 39,8% [4].

ЭКСИМБАНК КНР является основным кредитором Таджикистана и опережает других кредиторов-финансовых институтов, таких как ВБ (371,4 млн долл.), АБР (268,3 млн долл.), МВФ (189,5 млн долл.) и ИБР (211,6 млн долл.) [10]. Основная привлекательность кредитов ЭКСИМБАНК КНР заключается в том, что они выдаются на срок до 25 лет, из которых от 5 до 9 лет – льготный период. Также процентная ставка по кредитам этого банка невысока и составляет 2-2,5%.

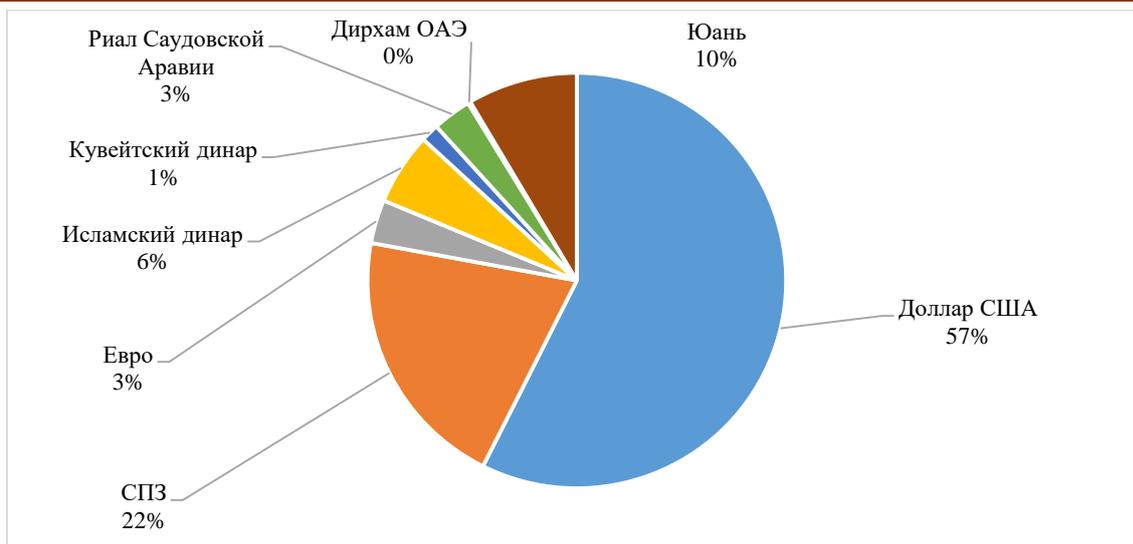


Рисунок 6 – Структура внешнего долга по валютам заимствования (в процентах)

Источник: составлено авторами по: Отчёт о состоянии государственного внешнего долга Таджикистана за 2023 год // - Душанбе, Министерство Финансов Республики Таджикистан, 2024. – 40 с.

Долгосрочные кредиты из Китая привлекаются практически каждый год, а к концу 2022 года общее количество кредитов, привлеченных из Китая, составило 18, [10]. Ежегодно из государственного бюджета на обслуживание внешнего государственного долга выделяются крупные средства. В 2022 году было выделено 231,5 млн долл., из них 69,6% (161,1 млн долл.) было направлено на погашение основного долга и 30,4% (70,4 млн долл.) на выплату процентов. В обоих случаях наибольшая доля выделенных средств – 44% была направлена на погашение кредитов КНР, что иллюстрируется данными таблицы 5.

С каждым годом Таджикистан выделяет все больше средств на погашение кредитов КНР, основной причиной этого является окончание льготного периода. План погашения кредитов не всегда выполняется в полном объеме из-за влияния различных факторов. В 2020 году в условиях пандемии COVID-19 в рамках Инициативы стран-участниц G-20 Правительство Республики Таджикистан и ЭКСИМБАНК КНР приняли решение приостановить погашение кредитов до конца 2021 года. В итоге, в 2020 году Таджикистан выполнил лишь 50% запланированного погашения кредитов ЭКСИМБАНКа. Многие из полученных кредитов были направлены на реализацию совместных проектов, которые не только приносят пользу Таджикистану, но и отвечают интересам КНР. Большая часть транспортной инфраструктуры страны была реконструирована и построена с использованием долгосрочных кредитов КНР, которая обеспечивает доступ КНР к рынкам Центральной Азии и Европы.

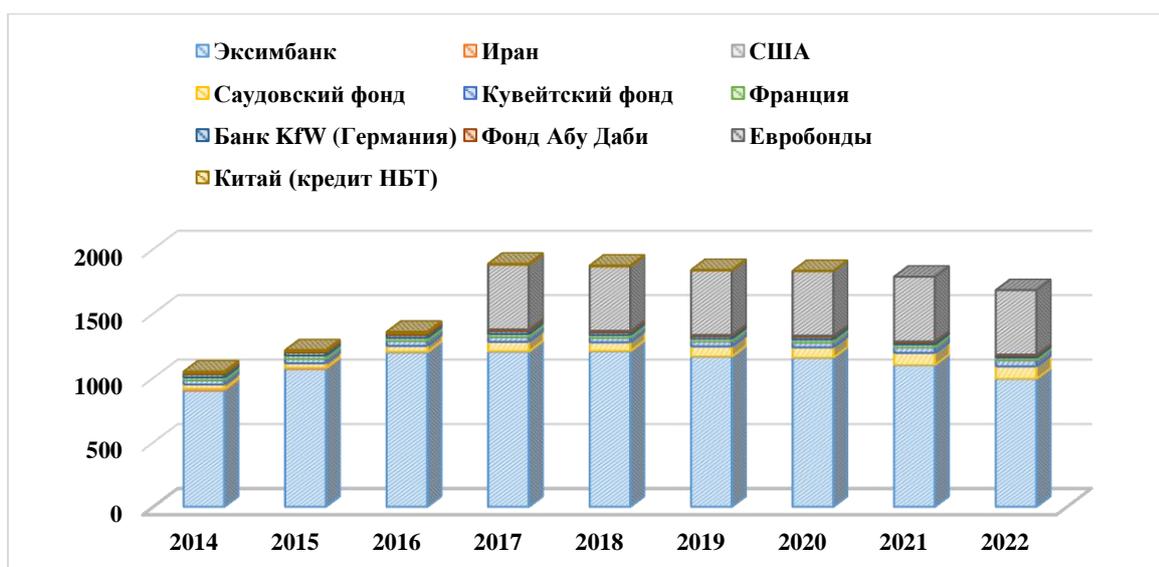


Рисунок 7 – Динамика внешнего долга по двусторонним кредитам, \$, млн.

Источник: составлено авторами по: Отчёт о состоянии государственного внешнего долга Таджикистана за 2023 год // - Душанбе, Министерство Финансов Республики Таджикистан, 2024. – 40 с.

Таблица 5 – Обслуживание внешнего долга Республики Таджикистан за счет государственного бюджета на 2020-2026 гг.

Показатель	Годы						
	Выполнено				План		
	2020	2021	2022	09.2023	2024	2025	2026
Основной долг, всего, \$.млн., в том числе:	91,7	131,8	161,1	121,4	205,6	381,6	440,3
КНР (Эксимбанк)	I	30,4	63,1	83,9	70,7	96,2	113,3
	II	33,1	47,8	52,0	58,2	46,7	25,7
Проценты, всего, \$.млн., в том числе:	61,4	73,0	70,4	66,7	74,3	70,9	53,7
КНР (Эксимбанк)	I	10,8	21,7	18,1	16,3	17,1	12,7
	II	17,5	29,7	25,7	24,4	23,0	23,6

Примечание: I - \$.млн; II - %;

Источник: Министерство финансов Республики Таджикистан. Бюджетный процесс 2024-2026 гг.

Внешний долг (Карзи беруна). URL: <https://moliya.tj/qarayoni-bucheti-s-2024-2026/> (дата обращения: 05.11.2024)

Крупным проектом в области транспорта с участием китайских инвестиций является реконструкция автомобильной дороги Душанбе-Худжанд-Чанак. На реализацию этого проекта было выделено 295,9 млн долл., из них 281,1 млн долл. или 95% кредит Эксимбанка КНР. В то же время за этот период было завершено строительство тоннелей «Шахристон», «Дусти» и 39 малых и средних мостов. Тоннель «Шахристон» длиной 5,2 км был построен за 90 млн долл [11].

В 2006 году с привлечением долгосрочного кредита из Китая началось строительство тоннеля «Озоди», и через 3 года он был построен и введен в эксплуатацию. Стоимость его составила более 38 млн долл. Тоннель «Хатлон» (ранее «Чормагзак») – совместный таджикско-китайский проект по модернизации автодороги Душанбе-Вахдат-Дангара. Стоимость строительства тоннеля составило около 68 млн долл.

В августе 2009 года Эксимбанк Китая предоставил долгосрочный кредит в размере 49 млн долл. на реконструкцию автодороги Душанбе-Дангара, которая является первым этапом строительства и реконструкции дороги Душанбе-Хорог-Кульма-Кашгар (от столицы Таджикистана до границы с Китаем). Основным подрядчиком этого проекта выступила China Road Company. Кредит был предоставлен сроком на 20 лет под процентную ставку 2% годовых. [12]

Таджикистан осуществляет сотрудничество с КНР и в сфере развития энергетической инфраструктуры. Например, стоимость проекта строительства высоковольтной линии электропередачи 500 кВ «Юг-Север», составила 281,3 млн долл., из которых 267,2 \$. млн или 95% – это кредит Экспортно-импортного банка КНР, а оставшаяся сумма – вклад Правительства Таджикистана. Пропускная способность этой ЛЭП оценивается экспертами в 8 млрд кВт.ч электроэнергии в год [13].

Общая стоимость проекта строительства ЛЭП 220 кВ «Лолазор-Хатлон» составила 58,1 \$. млн., в том числе 55,2 \$. млн. или 95%, составил льготный кредит Экспортно-импортного банка КНР. В июне 2011 между Министерством энергетики и промышленности Таджикистана и китайской компанией ТВЕА было подписано соглашение о строительстве ТЭЦ в городе Душанбе, на базе местных угольных ресурсов. Строительство первой очереди ТЭЦ «Душанбе-2» мощностью 100 мегаватт началось в ноябре 2012 года при проектной стоимости более 180 млн долл., которая введена в эксплуатацию в 2014 году.

В июле 2014 года было подписано соглашение между открытым акционерным обществом «Барки Точик» и компанией ТВЕА на реализацию второй фазы строительства ТЭЦ. Общая стоимость проекта – 349 млн долл., из которых 17,4 млн долл. вклад Правительства РТ, а остальное – кредит КНР. С вводом в эксплуатацию второй очереди ТЭЦ Душанбе-2 мощностью 300 мегаватт в 2016 году, ее общая мощность, включая первую очередь, составляет 400 мегаватт.

Привлечение инвестиций КНР в энергетический сектор имеет первостепенное значение для экономики страны. В 2022 году экспорт электроэнергии из Таджикистана составил 106,8 млн долл. Основными покупателями таджикской электроэнергии являются соседние страны Афганистан и Узбекистан, на долю которых в 2022 году пришлось 99,4% экспортируемой электроэнергии (Афганистан – 72,8 млн долл. или 68,1% и Узбекистан – 33,4 млн долл. или 31,2%). Таджикистан и КНР активно обсуждают вопрос экспорта электроэнергии из Таджикистана в Китай и рассматривают проект строительства ЛЭП 500 кВ протяженностью 550 км до СУАР КНР. Китайская сторона заинтересована в том, чтобы Таджикистан в будущем мог стать основным поставщиком электроэнергии для СУАР.

Выводы. На основании выполненных исследований в целях повышения инвестиционной привлекательности и активности энергетической и транспортной инфраструктуры можно сделать следующие рекомендации:

- следует четко определить пороговые значения объемов заимствований, в том числе иностранных инвестиций в реальный сектор экономики с последующим уменьшением размера долговых обязательств включая отказ от новых займов, оптимизации объема и реструктуризации внешних и внутренних заимствований;

- для достижения сбалансированности структуры заимствований и равномерности сроков и размеров выплат диверсифицировать источники внешних заимствований, с обоснованием графиков погашения и обслуживания долговых обязательств;

- обеспечить систематический мониторинг привлечения и эффективности использования внешних и внутренних заимствований;
- в каждом текущем бюджетном цикле предпринять меры по сохранению умеренной долговой нагрузки с последующим постепенным формированием и развитием национального рынка капитала, и превращением его в важный источник финансирования дефицита государственного бюджета.

Литература

1. Ахророва А.Д., Бобоев Ф.Дж., Сайфудинова М., Саидова Ш.Н. К вопросу оценки финансовой устойчивости энергетической компании // Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. №4 (40). – Душанбе, 2017. – С. 122-133. ISSN 2520-2235.
2. Siti N., Mohd D., Podivinsky J. Revisiting the role of external debt in economic growth of developing countries // Journal of Business Economics and Management. 2013. № 3. P. 968-993.
3. Rosenstein-Rodan P. Notes in the Theory of the "Big Push" / P. Rosenstein-Rodan // Economic Development of Latin America. N.Y. 1961. 320p.
4. Никонов, И. В. Государственный долг в странах Центральной Азии: риски и подходы к управлению / И. В. Никонов, С. А. Радионов, О. Р. Мухаметов // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2023. – Т. 27, № 4. – С. 550-573. – DOI 10.17323/1813-8691-2023-27-4-550-573.
5. Бектенова, Д. Ч. Государственный долг Кыргызской Республики и финансовая платежеспособность страны / Д. Ч. Бектенова, О. К. Курманбеков // Финансовая система в условиях создания модели устойчивого экономического развития Казахстана: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Астана, 01 февраля 2024 года. – Астана: ИП "Булатов А.Ж.", 2024. – С. 14-20.
6. Калтырина И.В. Социально- экономическая стратегия развития инфраструктуры региона: приоритеты и перспективы: дис. канд. экон. наук. Ростов-на-Д, 2005. 179 с.
7. Мешков В.А. Влияние инфраструктуры реального сектора на устойчивое развитие экономики региона: автореф. дис.канд. экон. наук. Ижевск, 2007. 29 с.
8. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. – Душанбе., 2016. – 86с.
9. Камчыбеков, Т. К. Государственный долг: вчера, сегодня, завтра / Т. К. Камчыбеков, Ч. Т. Токтосунова // М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университетинин кабарлары. – 2021. – № 3(52). – С. 9-17.
10. Отчёт о состоянии государственного внешнего долга Таджикистана за 2021 -2023 гг., // - Душанбе, Министерство Финансов Республики Таджикистан, 2024. – 40 с.
11. Открытие туннеля Шахристан. URL: <http://www.president.tj/ru/node/3648> (дата обращения: 22.11.2024)
12. «Эксимбанк» выделил кредит на реабилитацию автодороги Душанбе-Дангара. URL: <https://avesta.tj/2009/08/25/eksimbank-vydelil-kredit-na-reabilitatsiyu-avtodorogi-dushanbe-dangara/> (дата обращения: 22.11.2024)
13. Холикназар Х. Таджикистан – ШОС: стабильность и процветание. Научно-публицистическое издание – Душанбе: ЦСИ при Президенте РТ, 2014. – 250 с.

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

TJ	RU	EN
Ахророва Алфия Дадахановна д.и.и., профессор, профессори кафедраи И ва И дар И	Ахророва Альфия Дадахановна д.э.н., профессор, профессор кафедры ЭиУП	Akhrorova Alpha Dadakhanovna Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Economics and Production Management
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
E-mail: aalphia@mail.ru		
TJ	RU	EN
Бобоев Фузайл Чумабоевич н.и.и., дотсенти кафедраи молия ва сугурта	Бобоев Фузайл Джумабоевич к.э.н., доцент кафедры финансы и страхования	Boboev F.J. Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Finance and Insurance Department
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik national University
E-mail: fuzail-1991@mail.ru		
TJ	RU	EN
Саидова Шахло Нуруллоевна докторанти Ph.D	Саидова Шахло Нуруллоевна докторант Ph.D	Saidova Shahlo Nurulloevna Ph.D student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
E-mail: saidova.sharlotta@gmail.com		

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1
к Положению о научном журнале
"Политехнический вестник"

ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ статей в журнал "Политехнический вестник"

1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.
2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:
 - статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
 - статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
 - статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).
3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.

4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD¹ на таджикском, английском или русском языке:

ВВЕДЕНИЕ (Introduction)	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы были использованы или кто был включен в выборку? Детально описывают методы и схему экспериментов/наблюдений, позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' INFORMATION)	оформляется в конце статьи в следующем виде:

¹ Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)	<p>Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.</p> <p>Пример:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX. 2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов. <p>Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи</p>
ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).	<p>Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).</p> <p>Пример данного раздела:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов. 2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации
ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)	
БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)	<p>Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.</p>
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)	<p>Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.</p>
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)	<p>В этом разделе могут быть помещены:</p> <p>Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.</p> <p>Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).</p> <p>Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладов на конференциях и семинарах.</p>

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

³ ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. www.orcid.org.

5. Требования к оформлению статей

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

Рекомендации по набору и оформлению текста

Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры страницы и абзаца	отступы сверху и снизу - 2.5 см; слева и справа - 2 см; табуляция - 2 см;	ориентация - книжная
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые – по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире –). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки (иллюстрации, графики, диаграммы, схемы)	Должны иметь сквозную нумерацию, название и ссылку в тексте, которую следует располагать в тексте после первого упоминания о рисунке. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF, *TIFF (толщина линий не менее 3 пкс) Фотографии должны быть предельно четкими, с разрешением 300 dpi. Максимальный размер рисунка: ширина 150 мм, высота 245 мм. Каждый рисунок должен иметь подрисуночную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисуночные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке. Не допускается наличие рамок вокруг и внутри графиков и диаграмм Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК ⁴	УДК 62.214.4; 621.791.05	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	Инициалы и фамилии авторов (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	В центре полужирными буквами
Реферат (аннотация)	Должен быть информативным и на языке оригинала статьи (таджикском, русском и английском), содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов). Структура реферата: Введение. Материалы и методы исследования. Результаты исследования. Заключение.	Выровнять по ширине
Ключевые слова	5-6, разделены между собой « , ». (на языке оригинала статьи) Пример: энергосбережение, производство корунда, глинозем, энергопотребление, оптимизация	Выровнять по ширине
На двух других языках приводится: Заголовок Авторы Организация Реферат (аннотация)	перевод названия статьи, авторов ⁵ , организации ⁶ , заголовки и реферат ⁷ и ключевые слова ⁸ на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

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

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

⁴ Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

⁵ В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

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

⁷ Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

⁸ В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводимый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

Мухаррири матни русӣ: М.М. Якубова
Мухаррири матни тоҷикӣ: Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ: Ш.Р. Орифова

Редактор русского текста: М.М. Якубова
Редактор таджикского текста: Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка: Ш.Р. Орифова

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба чоп 14.09.2024 имзо шуд. Ба матбаа 16.09.2024 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Коғози офсет. Андозаи 60x84 1/8
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А