

ISSN 2520-2235

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

2 (74) 2026



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции

POLYTECHNIC BULLETIN

Series: Intelligence. Innovation. Investments

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

БАХШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ,
ИНВЕСТИЦИЯ



ISSN
2520-2235

2(74)
2026



МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

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

Published since January 2008

Маҷалла ба рӯйхати наирияхои тақризи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, КОА-и назди Вазорати таҳсилоти олии, илм ва инноватсияҳои Ҷумҳурии Ўзбекистон 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
№ 408/МҚ-97 аз 09 апрели соли 2025

Индекси обунa 77762

РАВИЯИ 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 техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
Ҳар семоҳа нашр мешавад	Издається ежеквартально	Published quarterly

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 Academicians Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-57-87

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАЦИИ, ИНВЕСТИЦИИ

POLYTECHNIC BULLEEN
SERIES: INTELLIGENCE, INNOVATION,
INVESTMENTS

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ
САРМУҲАРРИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА
д.и.и, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА
н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир
Ш.А. БОЗОРОВ
н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

АЪЗОЁН

М.И. ИЛОЛОВ
академики АМИТ, доктори илмҳои физикаю математика, профессор

М.М. САДРИДДИНОВ
номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

С.З. ҚУРБОНШОЕВ
доктори илмҳои физикаю математика, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ
номзади илмҳои физикаю математика, профессор

У. МАДВАЛИЕВ
доктори илмҳои физикаю математика

Т.Х. САЛИХОВ
доктори илмҳои физикаю математика

АНГЕЛ СМРИКАРОВ
доктори илм, профессор (Булғория)

Н.И. ЮНУСОВ
номзади илмҳои техника, дотсент

С.А. НАБИЕВ
номзади илмҳои техника, дотсент

У.Х. ҶАЛОЛОВ
номзади илмҳои техника, дотсент

А.А. ҚОСИМОВ
доктори илмҳои техника, дотсент

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ
доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

Ҳ.А. ОДИНАЕВ
доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Ф.М. ҲАМРОЕВ
доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА
д.э.н., профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА
к.т.н., доцент, зам. главного редактора
Ш.А. БОЗОРОВ
к.т.н., доцент, зам. главного редактора

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

М.И. ИЛОЛОВ
академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

М.М. САДРИДДИНОВ
кандидат физико-математических наук, доцент

С.З. КУРБОНШОЕВ
доктор физико-математических наук, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ
кандидат физико-математических наук, профессор

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
доктор технических наук, доцент

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

<u>МАСЪАЛАИ ОМЕХТАИ КАНОРӢ БАРОИ ЯК МУОДИЛАИ ДИФФЕРЕНСИАЛӢ БО ҲОСИЛАҲОИ ХУСУСИИ ТАРТИБИ ДУОМ БО КОЭФФИЦИЕНТҲОИ ТАҒЙИРӢБАНДА</u> М. Гадозода, Ҳ.М. Ҳафизов.....	6
<u>ОБ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЕ ЧЕТЫРЁХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ДВУМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ В ПРОСТРАНСТВЕ</u> М.А. Джабборов.....	11

ФИЗИКА - PHYSICS 16

<u>ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЁННОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ</u> Д.М. Акдодов ¹ , Ф.А. Аксаколов ²	16
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ</u> Н.Н. Умарзода ¹ , С.Ф. Абдуллозода ² , А.Д. Бахдавлатов ² , К. Рузиев ²	25
<u>ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ ИСТОЧНИКА ПРИ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ МАТЕРИАЛОВ</u> И. Сархадов ¹ , З.К. Тухлиев ¹ , Х.Г. Муроди ²	30
<u>СВЯЗАННЫЕ С НЕСФЕРИЧНОСТЬЮ МОЛЕКУЛ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕНОСА В СЛОЖНЫХ ЖИДКОСТЯХ</u> А.А. Абдурасулов ¹ , Д.А. Анварзода ²	37

ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT.....47

<u>ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ В БОРТОВЫХ СИСТЕМАХ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ДВС</u> Ш.Ш. Зияев, Н.И. Юнусов, У.А. Турсунбадалов.....	47
<u>ОПТИМИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТОБРАЖАЕМЫХ ФАЙЛОВ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ RUST</u> Б.Б. Саидов, Н.Б. Саидов.....	53
<u>МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА И BERT-МОДЕЛИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ ДОКУМЕНТООБОРОТЕ ПРОФОРМОВАНИЯ</u> Ф.С. Комилиён ¹ , М.Ф. Рахимов ²	62
<u>КАМ КАРДАНИ ГАЛЛЮТСИНАТСИЯҲО ДАР МОДЕЛҲОИ ЗАБОНИ КАЛОНИ ИСТИФОДАИ ЛУБОРИ ГИБРИДИИ RAG + ТАСДИҚИ КЛАССИКИИ ТАЪЛИМИ МОШИНӢ</u> Ш.Ё. Холов, К.М. Бобобеков, Х.С. Абдуллозода, Х.С. Абдуллозода.....	72
<u>DDoS-АТАКИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА</u> Дж.Ш. Рахматов.....	77
<u>ТАТБИҚИ КАЛИДИ БО УСУЛИ СТАХОСТИКӢ ТАҲИЯ ГАРДИДА ДАР БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТҲОИ МАТНӢ БО ИСТИФОДАИ КАЛИМАҲОИ СОДДА ВА МАССИВҲОИ ЯКЧЕНАКА</u> М.Ҳ. Фафуров, Иброҳими Ю.....	84
<u>ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПЕРЕВОДА ДЕСЯТИЧНЫХ ЧИСЕЛ В ДВОИЧНУЮ СИСТЕМУ СЧИСЛЕНИЯ</u> Т.М. Алидодов ¹ , Р.С. Яздонкулов ²	89

<u>АМСИЛАСОЗИИ ТАЪСИРИ ГАРМШАВИИ АЭРОДИНАМИКӢ БА КОМПОЗИТИ C/C+SiC ДАР КОНУСИ БИНИИ КИШТИҲОИ КАӢҲОНӢ</u>	
Ш.Ҳ. Ҳомидзода ¹ , Б.Б. Эшов ²	94
<u>МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЮРИДИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА ТАДЖИКСКОМ ЯЗЫКЕ</u>	
Х.А. Худойбердиев, Г.Х. Сафаров	100
<u>МЕТОДОЛОГИЯИ ТАӢИЯИ БАРНОМАИ АВТОМАТИИ МУАЙЯНКУНИИ КАЛИМАҲОИ САЧӢШАВАНДА</u>	
О.С. Сафарзода	109
<u>ТАӢИҚИ МУАЙЯНКУНИИ ЗАБОНИ КОДИ БАРНОМАВӢ ДАР АСОСИ ҲАРФҲОИ ЛОТИНӢ</u>	
А.А. Қосимов ¹ , Ш.М. Асадуллозода ² , М.У. Шарифов ³	115
ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ҲОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY	124
<u>ЦИФРОВЫЕ МАРКЕТИНГОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ АДАПТАЦИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ</u>	
Н.Р. Мукимова, Х.Д. Мирзобеков.....	124
<u>ИНВЕСТИЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ</u>	
З.С. Раджабова, А.Б. Шарипова	132
<u>ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В УСЛОВИЯХ УСКОРЕННОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ</u>	
Ф.Б. Усмонзода	140
<u>РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ</u>	
Т.С. Саидова	146
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТАДЖИКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ</u>	
Н.Х. Бердиева	157
<u>ТРАНСПОРТНАЯ СВЯЗАННОСТЬ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТАДЖИКИСТАНА</u>	
Х.Д. Мирзобеков.....	169
<u>ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ</u>	
И.А. Амонуллоев, Ш.С. Мухамедова.....	173
<u>ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН</u>	
Х.М. Шарипова, А.Б. Шарипова	179
<u>ИНТЕГРАЦИЯ ВӢМ –ТЕХНОЛОГИЙ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЫ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА</u>	
О.О. Сафарова, М.Б. Хайруллоева, У.Дж. Рахимов.....	187
<u>НАЗАРИЯҲОИ КЛАССИКӢ ВА МУОСИРИ АМНИЯТИ ИҚТИСОДӢ ВА ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ДАВЛАТӢ ДАР ТОҶИКИСТОН</u>	
С.С. Ниёззода	193
<u>МОДЕЛҲОИ ИДОРАКУНИИ ХАВҲОИ МОЛИЯВӢ ДАР БОНКҲОИ ТИҶОРАТӢ</u>	
М.С. Амиров	201
<u>ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ И ПУТИ ЕГО УКРЕПЛЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТАДЖИКИСТАНА</u>	
М.Х. Икромова.....	214

<u>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН</u>	
М.У. Каримова, У.Дж. Рахимов	222
<u>РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН</u>	
Н.Р. Мукимова, Ш.Р. Орифова	229
<u>НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ ДАР СИСТЕМАИ МУСОФИРБАРИИ АҲОЛИИ ШАҲРҲО ДАР ШАРОИТИ РУШДИ ИННОВАТСИОНӢ</u>	
Ф.М. Ҳамроев, О.М. Сайфуллоҳзода, Х.Ш. Раҷабова	238
<u>НАҚШИ РОҲҲОИ АВТОМОБИЛГАРДИ ҶУМҲУРИЯВӢ ДАР РУШДИ ИҚТИСОДИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</u>	
Ш.К. Шодиев	247
<u>ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЯМИ СТРОИТЕЛЬСТВА В ТАДЖИКИСТАНЕ</u>	
М.М. Байматова, А.Н. Хидиров	255
<u>ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ ЗАХИРАҲОИ ОБИҶУ ЭНЕРГЕТИКӢ - САМТИ МУҲИММИ РУШДИ ИҚТИСОДИ МИЛЛӢ</u>	
С.Ҳ. Ҳасанзода	261
<u>НАҚШИ СОҲАИ КИШОВАРЗӢ ДАР ТАЪМИНИ АМНИЯТИ ОЗУҚАВОРИИ МАМЛАКАТ</u>	
М.Ҳ. Исайнова	269
<u>МАНБАӢ, ДУРНАМО ВА РУШДИ ИҚТИСОДИИ СОҲАИ МЕТАЛЛҲОИ НОДИРИ ТОҶИКИСТОН</u>	
И.Х. Халилов	277
<u>МУШКИЛОТ ВА ДУРНАМОИ ТАТБИҚИ ТЕХНОЛОГИЯҲОИ РАҚАМӢ ОИД БА ТАНЗИМИ ҲАРАКАТ ДАР РОҲҲОИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ</u>	
Н.Ш. Мирзоева, Ф.Ҳ. Саидзода	284
<u>ТАДБИРҲО ВА САМТҲОИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАҚЛИЁТӢ БА АҲОЛИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ</u>	
Ф.Ҳ. Саидзода	289
<u>РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ</u>	
Ф.Б. Усмонзода, С. Меҳрон	295

МАСЪАЛАИ ОМЕХТАИ КАНОРӢ БАРОИ ЯК МУОДИЛАИ ДИФФЕРЕНСИАЛӢ БО ҲОСИЛАҲОИ ХУСУСИИ ТАРТИБИ ДУОМ БО КОЭФФИЦИЕНТҲОИ ТАҒЙИРӢБАНДА

М. Гадозода, Ҳ.М. Ҳафизов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мавод муодилаи дифференсиалӣ бо ҳосилаҳои хусусии дараҷаи дуум бо коэффитсиентҳои тағйирёбанда бо шартҳои аввала ва канорӣ дар соҳаи маҳкам баррасӣ мегардад. Барои ҳалли муодилаи методи ҷудокунии тағйирёбандаҳо истифода бурда, ҳалли ҷудошаванда дар намуди ҳосили зарби ду функсияи пешниҳод мегардад. Пас тағйирёбандаҳо ҷудо намуда, барои яке аз онҳо муодилаи дифференсиалии яктағйирёбандаи одии навъи Эйлер ва барои функсияи дуум масъалаи канорӣ m -ченака ҳосил мекунем. Масъалаи канорӣ ҳосилшударо боз бо методи ивази тағйирёбандаҳо ҳал мекунем. Дар натиҷа масъалаҳои яктағйирёбанда доир ба киматҳои ҳос ва функсияҳои ҳос ҳосил мекунем. Ин масъалаҳои яктағйирёбандаро ҳал карда, киматҳои ҳос ва системаи функсияҳои ҳосро ҳосил мекунем, ки системаи пурра ва ортонормиридашуда дар фазои функсияҳои бифосила аз рӯи соҳаи маҳкам мебошад. Ҳалли масъала дар намуди қатори m -ченакаи мунтазам ва мутлақ наздикшаванда тартиб дода шуда ин қатор бо шартҳои додашуда ҳалли ягонаи классикии масъалаи барассишаванда мебошад.

Калидвожаҳо: муодилаи дифференсиалӣ бо ҳосилаҳои хусусии дараҷаи дуум, ҳалли он дар шакли қатор, доимӣҳои дилхоҳ.

СМЕШАННО-КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФИЦИЕНТАМИ

М. Гадозода, Ҳ.М. Ҳафизов

В статье рассматриваются дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка с переменными коэффициентами с начальными и краевыми условиями в ограниченной области. Для решения уравнения используется метод разделения переменных, и разделяющее решение представляется в виде произведения двух функций. Потом разделяя переменные, для одного из них получим однородное дифференциальное уравнение типа Эйлера и для второй функции получим m -мерную краевую задачу. Полученную краевую задачу решаем ещё раз методом разделения переменных. В результате получим одномерные задачи про собственных значения и систем собственных функций. Решая эти одномерные задачи, получим собственные значения и систему собственных функций, которая является полной системой и в пространстве непрерывных функций по ограниченной области. Решение задачи составлена в виде m -мерного монотонного и абсолютно сходящегося ряда, и этот ряд с данными условиями является единственным классическим решением рассматриваемой задачи.

Ключевая слова: дифференциальное уравнение с частными производными второй степени, решение в виде ряда, произвольные постоянные.

MIXED-BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE SECOND-ORDER DIFFERENTIAL EQUATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS

M. Gadozoda, H.M. Hafizov

The article considers second-order partial differential equation with variable coefficients and initial and boundary conditions in a bounded domain. The method of separation of variables is used to solve the equation, and the separating solution is represented as a product of two functions. Then, by separating the variables, we obtain a homogeneous Euler-type differential equation for one of them, and a m -dimensional boundary value problem for the second function. We solve the resulting boundary value problem again using the method of separation of variables. As a result, we obtain one-dimensional problems for eigenvalues and systems of eigenfunctions. Solving these one-dimensional problems, we obtain eigenvalues and a system of eigenfunctions, which is a complete system in space of continuous on a bounded domain. The solution to the problem is presented in the form of a m -dimensional monotonic and absolutely convergent series, and this series with these condition is the only classical solution to the problem.

Keywords: partial differential equation of the second degree, solution in a form of the series, arbitrary constants.

Муқаддима

Ҳалҳои классикӣ ва сусти масъалаҳои омехтаи канорӣ барои муодилаҳои дифференсиалӣ бо ҳосилаҳои хусусии тартиби дуум бо коэффитсиентҳои тағйирёбанда тадқиқ карда шуда, дар қорҳои [2-8] нашр шудаанд. Дар мақола ҳалли классикии масъалаи омехтаи канорӣ барои як муодилаи дифференсиалӣ бо ҳосилаҳои хусусии тартиби дуум бо усули Фуре тадқиқ гардида [1], ҳалли ягонаи классикии он дар намуди қатори m -ченакаи Фуре навишта шудааст.

Шарҳи масъала

Мавод аз омӯзиши муодилаи (1)

$$\left(t^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right)^{2n-1} = \sum_{j=1}^m \left(x_j^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} \right)^{2n-1}, \quad (1)$$

тадқиқ карда мешавад, ки дар ин ҷо $n \in N$, $t \in [0, T]$, $T > 0$, $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in \bar{\Omega} = \{x_j : 1 < x_j \leq a_j, (j = \overline{1, m})\} \in R^m$; $u(t, \bar{x})$ -функсияи номаълум мебошад.

Муодилаи омӯхташавандаи (1), дар ҳолати додашавии функционалҳои дифференсиалии

$$L = t^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2}, L_j = x_j^2 \frac{\partial^2}{\partial x_j^2}, k = 2n - 1, n \in N, (j = \overline{1, m}),$$

ифодаи оператории [1]

$$(Lu)^k = \sum_{j=1}^m (L_j u)^k$$

аст.

Ба муодилаи шартҳои аввала ва канониро ҳамроҳ кунем

$$u(1, \bar{x}) = \varphi(\bar{x}); \quad \frac{\partial u}{\partial t}(1, \bar{x}) = \psi(\bar{x}), \bar{x} \in \bar{\Omega}, \quad (2)$$

$$\begin{cases} u(t, \bar{x})|_{x_j=a_j} = 0; \\ \frac{\partial u}{\partial x_j}(t, \bar{x})|_{x_j=a_j} = 0; t \in [0, T], (j = \overline{1, m}), \end{cases} \quad (3)$$

мешавад, $\varphi(\bar{x}), \psi(\bar{x})$ – функсияҳои додашудаанд.

Ҳалли масъалаи (1)-(3)

Масъалаи (1)-(3)-ро бо усули ҷудокунии тағйирёбандаҳо [9-11]

$$u(t, \bar{x}) = T(t) \cdot X(\bar{x}) \quad (4)$$

тадқиқ намуда, барои $T(t)$ муодилаи дифференсиалии одии навъи Эйлер

$$t^2 T''(t) + \lambda T(t) = 0 \quad (5)$$

ва барои $X(\bar{x})$ -масъалаи

$$\sum_{j=1}^m \left(x_j^2 \frac{\partial^2 X}{\partial x_j^2} \right)^{2n-1} + (\lambda X(\bar{x}))^{2n-1} = 0 \quad (6)$$

$$\begin{cases} X(t; \bar{x})|_{x_j=a_j} = 0; \\ \frac{\partial X(t; \bar{x})}{\partial x_j}|_{x_j=a_j} = 0, (j = \overline{1, m}). \end{cases} \quad (7)$$

ҳосил мекунем.

Ҳалли ин масъаларо, яъне (6)-(7)-ро низ бо усули Фуре дар намуди

$$X(\bar{x}) = \prod_{j=1}^m X_j(x_j) \quad (8)$$

тадқиқ намуда, масъалаҳои якченакаи навъи Штурма-Лиувилл

$$x_j^2 X_j''(x_j) + \mu_j X_j(x_j) = 0, (j = \overline{1, m}) \quad (9)$$

$$\begin{cases} X_j(1) = 0; \\ X_j'(a_j) = 0, (j = \overline{1, m}), \end{cases} \quad (10)$$

ҳосил мекунем, $\mu_j (j = \overline{1, m})$ -ададҳои ҷудокунии бо λ ба ёри муодилаи мувофиқоварӣ

$$\sum_{j=1}^m \mu_j^{2n-1} = \lambda^{2n-1}, \quad (11)$$

алоқаманданд.

1. Агар, $\mu_j > 0, (j = \overline{1, m})$ бошанд, ҳалҳои умумии (9) чунин:

$$X_j(\bar{x}_j) = \sqrt{x_j} \left\{ A_j \cos\left(\frac{\sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \ln x_j\right) + B_j \sin\left(\frac{\sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \ln x_j\right) \right\}$$

мебошанд. Аз ин ҷо $X_j(1) = A_j \cdot 1 + B_j \cdot 0 = 0, A_j = 0, B_j \neq 0, (j = \overline{1, m})$;

$$X'_j(a_j) = \frac{B_j}{2\sqrt{a_j}} \sin\left(\frac{\sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \ln a_j\right) + \frac{B_j \sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \sqrt{a_j} \cdot \cos\left(\frac{\sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \ln a_j\right) = 0, (j = \overline{1, m}), \quad B_j \neq 0; \quad a_j > 1;$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \frac{\sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \ln a_j = -\sqrt{4\mu_j - 1}, (j = \overline{1, m}) \text{ мебошанд.}$$

$$\text{Ба воситаи } \frac{\sqrt{4\mu_j - 1}}{2} \ln a_j = \alpha_{k_j}, k_j \in N, (j = \overline{1, m}) \text{ - пайдарпайии ҳалҳои мусбати}$$

$$\text{муодилаи } \operatorname{tg} x_j = -\frac{2x_j}{\ln a_j}, (j = \overline{1, m}) \text{ ишора карда, ҳосил мекунем}$$

$$\mu_j = \left(\frac{\alpha_{k_j}}{\ln a_j} \right)^2 + \frac{1}{4}, k_j \in N, (j = \overline{1, m}) \quad (12)$$

қиматҳои хоси (9)-(10)-анд.

Барои (12) функцияҳои хоси мувофиқ

$$X_j(x_j) = \sqrt{x_j} \sin \frac{\alpha_{k_j}}{\ln a_j} \ln x_j, (j = \overline{1, m}) \quad (13)$$

мебошанд.

Аз (11) ва (12) меёбем:

$$\lambda_{k_1, k_2, \dots, k_m} = \sqrt[2n-1]{\left[\sum_{j=1}^m \left(\frac{\alpha_{k_j}}{\ln a_j} \right)^2 + \frac{1}{4} \right]^{2n-1}} \quad (14)$$

ва барои ҳамин қимат, дар асоси (8) ва (13) функцияи хоси ортогоналии мувофиқ барои масъалаи (6)-(7)-ро бо вазни $\rho(\bar{x}) = \prod_{j=1}^m \rho_j(x_j) = \prod_{j=1}^m \frac{1}{x_j^2}$ -ро дар намуди

$$X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x}) = \prod_{j=1}^m \sqrt{x_j} \sin \frac{\alpha_{k_j}}{\ln a_j} \ln x_j, k_j \in N. \quad (15)$$

$$\|X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x})\|^2 = \prod_{j=1}^m \int_0^{b_j} \rho_j(\bar{x}) \cdot X_j^2(x_j) dx_j = \prod_{j=1}^m \frac{4\alpha_{k_j}^2 \ln a_j + 2\ln^2 a_j + \ln^3 a_j}{2(4\alpha_{k_j}^2 + \ln^2 a_j)^2}$$

мебошад.

Барои (14) ҳалли умумии муодилаи (5)-ро менависем.

$$T_{k_1, k_2, \dots, k_m}(t) = \sqrt{t} \prod_{j=1}^m \left\{ A_{k_1, k_2, \dots, k_m} \cdot \cos \frac{\sqrt{4\lambda_{k_1, k_2, \dots, k_m} - 1}}{2} \ln t + B_{k_1, k_2, \dots, k_m} \cdot \sin \frac{\sqrt{4\lambda_{k_1, k_2, \dots, k_m} - 1}}{2} \ln t \right\}$$

$A_{k_1, k_2, \dots, k_m}, B_{k_1, k_2, \dots, k_m}$ - доимиҳои дилхоҳанд.

Барои ҳалли масъалаи асоси функцияи

$$u(t, \bar{x}) = \prod_{j=1}^m \sum_{k_j=1}^{\infty} X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x}) \sqrt{t} \left\{ A_{k_1, k_2, \dots, k_m} \cdot \cos\left(\frac{\sqrt{4\lambda_{k_1, k_2, \dots, k_m}} - 1}{2} \ln t\right) + \right. \\ \left. + B_{k_1, k_2, \dots, k_m} \cdot \sin\left(\frac{\sqrt{4\lambda_{k_1, k_2, \dots, k_m}} - 1}{2} \ln t\right) \right\} \quad (16)$$

-ро месозем, ки $A_{k_1, k_2, \dots, k_m}$, $B_{k_1, k_2, \dots, k_m}$ -коэффитсиентҳои Фуре барои $\varphi(\bar{x}), \psi(\bar{x})$, $(i = \overline{1, 2})$ ҳангоми ҷудокунӣ аз рӯи (15) буда, бо ифодаҳои

$$A_{k_1, k_2, \dots, k_m} = \|X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x})\|^2 \prod_{j=1}^m \int_1^{a_j} X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x}) \varphi(\bar{x}) dx_j; \quad (17)$$

$$B_{k_1, k_2, \dots, k_m} = \|X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x})\|^2 \prod_{j=1}^m \int_1^{a_j} \frac{2\psi(\bar{x}) - \varphi(\bar{x})}{x_j \sqrt{4\lambda_{k_1, k_2, \dots, k_m}} - 1} \cdot X_{k_1, k_2, \dots, k_m}(\bar{x}) dx_j; \quad (18)$$

навишта шудаанд.

Теорема. Агар $\varphi(\bar{x}), \psi(\bar{x}) \in C^2(\overline{\Omega}) \cap C^3(\Omega)$ ҷой дошта бошад:

$$\varphi(1) = \varphi(a_j) = 0;$$

$$\psi'(1) = \psi'(a_j) = 0, (j = \overline{1, m}).$$

Он гоҳ, функсияи (16), бо коэффитсиентҳои (17)-(18) ҳалли ягонаи классикии масъалаи (1)-(3)-ро медиҳад.

Хулоса

Масъалаи омӯхташаванда муодилаи дифференциалӣ бо ҳосилаҳои хусусии тартиби дуюм мебошад, ки дар фазои $C(\overline{\Omega})$ бо методи Фуре тадқиқ шуда, ҳалли ягонаи масъала ба воситаи қатори Фуре пешниҳод мешавад.

Муқарриз: Солиев С.Қ.-н.и.ф.-м, дотсент, мудири кафедраи таҳлили функсионалӣ ва муодилаҳои дифференциалии ДМҶП.

Адабиёт

1. Юнуси М. Об одном классе модельных уравнений с экстремальным свойством. / М. Юнуси // Вестник ТНУ.-Душанбе, 2004, серия математика, № 1, С.128-135.
2. Гадозода М. О смешанной краевой задаче для одного модельного дифференциального уравнения в частных производных второго порядка. / М. Гадозода // Вестник технического университета. -2015. №2 (30). С.4-6.
3. Гадозода М. Об обобщенном решении смешанной задачи для дифференциального уравнения в частных производных второго порядка. / М. Гадозода // Вестник технического университета.-2015. №3(31). С.14-17.
4. Гадозода М. Смешанная краевая задача для модельного дифференциального уравнения в частных производных второго порядка. / М. Гадозода // Вестник ТНУ.- 2017. №1 (4).- С.26-28.
5. Гадозода М., Хафизов Х.М. Смешанная краевая задача для дифференциального уравнения в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами. / М. Гадозода, Х.М. Хафизов // Вестник ТНУ. Серия: естественные науки. -2019. -№1. -С.79-83.
6. Гадозода, М. Масъалаи омехтаи канорӣ барои як муодилаи дифференсиалии моделӣ бо ҳосилаҳои хусусии тартиби сеюм / М. Гадозода, Ҳ. М. Ҳафизов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – No. 3(55). – P. 5-9. – EDN XECMOK.
7. Гадозода, М. Начально-краевая задача для одного дифференциального уравнения в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами / М. Гадозода, Х. М. Хафизов // Эпистемологические основания современного образования: актуальные вопросы продвижения фундаментального знания в учебный процесс : Материалы III Международной научно-практической конференции, Борисоглебск, 06–07 апреля 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2023. – С. 23-28. – EDN BVUODI.
8. Гадозода, М. Дар бораи ҳалли умумикардашудаи масъалаи омехта барои як муодилаи дифференсиалии моделӣ бо ҳосилаҳои хусусии тартиби дуюм / М. Гадозода, Ҳ. М. Ҳафизов // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвеститсия. – 2024. – No. 4(68). – P. 8-11. – EDN GXUPKK.

9. Тихонов А.И., Самарский А.А. Уравнения математической физики. –М.: «Наука» 1977, 736стр.
10. Бицадзе А.В. Уравнения математической физики. –М. «Наука» 1982, 296стр.
11. Ладыженская О. А. Краевые задачи математической физики. –М.: «Наука», -1973.,-296с.

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

TJ	RU	EN
Гадозода Мирзомурод	Гадозода Мирзомурод	Gadozoda Mirzomurod
н.и. ф.-м., дотсент	к. ф.-м.н., доцент	candidate of physical and mathematical 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: gadozoda51@mail.ru ORCID id 0000-0002-0635-741		
TJ	RU	EN
Ҳафизов Ҳасан Маҷидович	Хафизов Хасан Маджидович	Hafizov Hasan Majidovich
н.и. ф.-м., дотсент	к. ф.-м.н., доцент	candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими	Tajik technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: hafizov7171@mail.ru ORCID id 0000-0002-5931-2602		

УДК: 517.956

DOI: 10.65599/III1664

ОБ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЕ ЧЕТЫРЁХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ДВУМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ В ПРОСТРАНСТВЕ

М.А. Джабборов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе исследован класс нелинейных систем четырёх дифференциальных уравнений в пространстве x, y, z . С помощью замены производной неизвестной функции в правой части, а также равенства смешанных производных первых двух уравнений и последних двух уравнений системы, появляются новые уравнения. На основе полученных новых уравнений данная система будет преобразована в квазисистему. В очередной замены система будет более полной и вставится задача с начальными данными. В частности к системе в полных дифференциалах.

Ключевые слова: условия совместности, система в полных дифференциалах, переопределённые системы, многообразия решений.

ДАР БОРАИ ЯК СИСТЕМАИ ЧОР МУОДИЛАҲОИ ДИФФЕРЕНЦИАЛИИ ДУ НОМАЪЛУМА ДАР ФАЗО

М.А. Ҷабборов

Дар қор як синфи системаҳои ғайрихаттии чормуодилатори муодилаҳои дифференсиали дар фазои x, y, z тадқиқ шудааст. Тавассути ивази ҳосилаи функсияи номаълуми дар тарафи рост буда, инчунин баробарии ҳосилаҳои омехтаи ду муодилаҳои аввал ва ду муодилаҳои охири система муодилаҳои нав пайдо мегарданд. Дар асоси муодилаҳои нави ҳосилшуда, системаи додашуда ба квазисистема оварда мешавад. Пас аз гузориши навбатӣ система пурратар гардида, масъала бо шартҳои ибтидоӣ гузошта мешавад. Дар ҳолати хусусӣ ба системаи муодилаҳо дар дифференсиали пурра ифода мегардад.

Калидвожаҳо: шартҳои ҳамҷоягӣ, системаҳо дар дифференсиали пурра, системаҳои барзиёдмуайянишуда, ҳалҳои бисёршакла.

ON A NONLINEAR SYSTEM OF FOUR DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH TWO UNKNOWN IN SPACE

M.A. Jabborov

The paper investigates a class of nonlinear systems of four differential equations in the space x, y, z . By replacing the derivative of an unknown function on the right side and equalizing the mixed derivatives of the first two equations and the last two equations of the system, new equations appear. Based on the new equations obtained this system will be transformed into a quasi-system. The next time system is replaced, it will be more complete and a task with initial data will be inserted. In particular, to the system in full differentials.

Keywords: the condition of jointness, the system of total differential, overrides the system, the diversity of solutions.

Введение

В статье исследован один класс нелинейных систем с двумя неизвестными функциями в трехмерном пространстве. Получены явные условия совместности, обеспечивающие однозначную разрешимость задач с четырьмя произвольными постоянными и одной произвольной функцией $\varphi(z)$. В другом частном случае доказано существование многообразия решения, содержащего четыре произвольные постоянные. В ходе исследования использованы работы [1]-[5].

Исследование системы

Пусть дана система

$$u_x, u_y, v_x, v_y = f^i(x, y, z; u, v, w, u_z), \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

где областью существования функций f^i являются

$$P(a, b): |x - x_0| \leq a, \quad |y - y_0| \leq a, \quad |z - z_0| \leq a, \quad |u - u_0| \leq b, \\ |w - w_0| \leq b, \quad |v - v_0| \leq b.$$

Осуществляем замену $u_z = r(x, y, z)$ и проделаем операцию перекрестного дифференцирования (о.п.д.) относительно двух первых и двух последних уравнений системы (1). В результате получим следующее:

$$\begin{aligned} & f_{w}^2 \cdot w_x - f_{w}^1 \cdot w_y + f_r^2 \cdot r_x - f_r^1 \cdot r_y = \\ & = f_y^1 - f_x^2 + f_u^1 \cdot f^2 - f_u^2 \cdot f^1 + f_v^1 \cdot f^4 - f_v^2 \cdot f^3 \equiv \mathcal{H}_1, \\ & f_{w}^4 \cdot w_x - f_{w}^3 \cdot w_y + f_r^4 \cdot r_x - f_r^3 \cdot r_y = \\ & = f_y^3 - f_x^4 + f_u^3 \cdot f^2 - f_u^4 \cdot f^1 + f_v^3 \cdot f^4 - f_v^4 \cdot f^3 \equiv \mathcal{H}_2. \end{aligned} \quad (2)$$

При выполнении условий

$$\Delta^{(1)} = \begin{vmatrix} f_{wv}^2 & -f_{wv}^1 \\ f_{wv}^4 & -f_{wv}^3 \end{vmatrix} \neq 0, \quad \begin{vmatrix} f_{wv}^2 & f_r^2 \\ f_{wv}^4 & f_r^4 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} f_{wv}^2 & -f_r^1 \\ f_{wv}^4 & -f_r^3 \end{vmatrix} = 0, \quad (3)$$

$$\begin{vmatrix} -f_{wv}^1 & f_r^2 \\ -f_{wv}^3 & f_r^4 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} -f_{wv}^1 & -f_r^1 \\ -f_{wv}^3 & -f_r^3 \end{vmatrix} = 0,$$

находим w_x и w_y :

$$w_x, w_y = f^j(x, y, z; u, v, w, r), \quad j = 5, 6$$

$$f_r^2 \cdot r_x - f_r^1 \cdot r_y = 0 \quad (\text{или } f_r^4 \cdot r_x - f_r^3 \cdot r_y = 0), \quad (4)$$

где

$$f^5 = \frac{1}{\Delta^{(1)}} (f_{wv}^1 \mathcal{H}_2 - f_{wv}^3 \mathcal{H}_1), \quad f^6 = \frac{1}{\Delta^{(1)}} (f_{wv}^2 \mathcal{H}_2 - f_{wv}^4 \mathcal{H}_1). \quad (5)$$

С учетом равенства $w_{xy} = w_{yx}$ получаем уравнение:

$$f_r^6 r_x - f_r^5 r_y = f^6 - f_y^5 + f_u^6 \cdot f^1 - f_u^5 \cdot f^2 + f_v^6 \cdot f^3 - f_v^5 \cdot f^4 + f_w^6 \cdot f^5 - f_w^5 \cdot f^6 \equiv \mathcal{H}_3. \quad (6)$$

Из уравнений (42) и (6) в случае $f_r^1 \cdot f_r^6 - f_r^2 \cdot f_r^5 \neq 0$ находим следующее уравнение:

$$r_x, r_y = f^k(x, y, z; u, v, w, r), \quad k = 7, 8, \quad (7)$$

где

$$(f_r^1 \cdot f_r^6 - f_r^2 \cdot f_r^5) \cdot r_x = \mathcal{H}_3 \cdot f_r^1, \quad (f_r^1 \cdot f_r^6 - f_r^2 \cdot f_r^5) \cdot r_y = \mathcal{H}_3 \cdot f_r^2. \quad (8)$$

Подставляя найденные значения r_x и r_y в (1), получим квазилинейную систему

$$u_x, u_y, v_x, v_y = f^i(x, y, z; u, v, w, r), \quad i = \overline{1, 4} \quad (9)$$

Теперь сделаем равенство смешанных производных $u_{xz} = u_{zx}$ и $u_{yz} = u_{zy}$, которое дают уравнения:

$$f_v^1 \cdot v_z + f_w^1 \cdot w_z = f^7 - f_z^1 - f_u^1 \cdot r - f_r^1 \cdot r_z, \quad (10)$$

$$f_v^2 \cdot v_z + f_w^2 \cdot w_z = f^8 - f_z^2 - f_u^2 \cdot r - f_r^2 \cdot r_z.$$

В дальнейшем предполагая

$$\Delta^{(2)} \equiv f_v^1 \cdot f_w^2 - f_v^2 \cdot f_w^1 \neq 0,$$

из (9) алгебраически находим v_z и w_z через новую неизвестную функцию $r_z = \mu(x, y, z)$.

Тогда при $\Delta^{(2)} \neq 0$ находим

$$v_z, w_z = f^k(x, y, z; u, v, w, r, \mu), \quad k = 9, 10, \quad (11)$$

где

$$\Delta^{(2)} \cdot f^9 = f_w^2 \cdot f^7 - f_w^1 \cdot f^8 - f_z^2 \cdot f_z^1 + f_z^1 \cdot f_z^2 + (f_w^1 \cdot f_u^2 - f_w^2 \cdot f_u^1) \cdot r +$$

$$+ (f_w^1 \cdot f_r^2 - f_w^2 \cdot f_r^1) \cdot \mu,$$

$$\Delta^{(2)} \cdot f^{10} = f_v^1 \cdot f^8 - f_v^2 \cdot f^7 - f_z^1 \cdot f_z^2 + f_z^2 \cdot f_z^1 + (f_v^2 \cdot f_u^1 - f_v^1 \cdot f_u^2) \cdot r +$$

$$+ (f_v^2 \cdot f_r^1 - f_v^1 \cdot f_r^2) \cdot \mu. \quad (12)$$

Принятое обозначение $r_z = \mu(x, y, z)$ и уравнения (7) дают возможность перекрестным дифференцированием найти два новых уравнения

$$\mu_x, \mu_y = f^l(x, y, z; u, v, w, r, \mu), \quad l = 11, 12, \quad (13)$$

где

$$f^{11} = f_z^7 + f_u^7 \cdot r + f_v^7 \cdot f^9 + f_w^7 \cdot f^{10} - f_r^7 \cdot \mu,$$

$$f^{12} = f_z^8 + f_u^8 \cdot r + f_v^8 \cdot f^9 + f_w^8 \cdot f^{10} - f_r^8 \cdot \mu. \quad (14)$$

Таким образом, производим систему уравнений, не являющейся системой в полных дифференциалах:

$$\begin{aligned} u_x, u_y, v_x, v_y &= f^i(x, y, z; u, v, w, r), \quad i = 1, 2, 3, 4, \quad u_z = r(x, y, z), \\ w_x, w_y, r_x, r_y &= f^j(x, y, z; u, v, w, r), \quad j = 5, 6, 7, 8, \\ v_z, w_z, \mu_x, \mu_y &= f^k(x, y, z; u, v, w, r, \mu), \quad k = 9, 10, 11, 12, \quad r_z = \mu(x, y, z). \end{aligned} \quad (15)$$

В случае относительно u, v, w, r, μ , выполнения условий:

$$\begin{aligned} f_z^3 - f_x^9 + f_u^3 \cdot r - f_u^9 \cdot f^1 + f_v^3 \cdot f^9 - f_v^9 \cdot f^3 + f_w^3 \cdot f^{10} - f_w^9 \cdot f^5 + \\ + f_r^3 \cdot \mu - f_r^9 \cdot f^7 - f_\mu^9 \cdot f^{11} &= 0, \\ f_z^4 - f_y^9 + f_u^4 \cdot r - f_u^9 \cdot f^2 + f_v^4 \cdot f^9 - f_v^9 \cdot f^4 + f_w^4 \cdot f^{10} - f_w^9 \cdot f^6 + \\ + f_r^4 \cdot \mu - f_r^9 \cdot f^8 - f_\mu^9 \cdot f^{12} &= 0, \\ f_z^5 - f_x^{10} + f_u^5 \cdot r - f_u^{10} \cdot f^1 + f_v^5 \cdot f^9 - f_v^{10} \cdot f^3 + f_w^5 \cdot f^{10} - f_w^{10} \cdot f^5 + \\ + f_r^5 \cdot \mu - f_r^{10} \cdot f^7 - f_\mu^{10} \cdot f^{11} &= 0, \\ f_z^6 - f_y^{10} + f_u^6 \cdot r - f_u^{10} \cdot f^2 + f_v^6 \cdot f^9 - f_v^{10} \cdot f^4 + f_w^6 \cdot f^{10} - f_w^{10} \cdot f^6 + \\ + f_r^6 \cdot \mu - f_r^{10} \cdot f^8 - f_\mu^{10} \cdot f^{12} &= 0, \\ f_z^7 - f_x^8 + f_u^7 \cdot f^2 - f_u^8 \cdot f^1 + f_v^7 \cdot f^4 - f_v^8 \cdot f^3 + f_w^7 \cdot f^6 - f_w^8 \cdot f^5 + \\ + f_r^7 \cdot f^8 - f_r^8 \cdot f^7 - f_\mu^8 \cdot f^{11} &= 0, \\ f_z^{11} - f_x^{12} + f_u^{11} \cdot f^2 - f_u^{12} \cdot f^1 + f_v^{11} \cdot f^4 - f_v^{12} \cdot f^3 + f_w^{11} \cdot f^6 - f_w^{12} \cdot f^5 + \\ + f_r^{11} \cdot f^8 - f_r^{12} \cdot f^7 + f_\mu^{11} \cdot f^{12} - f_\mu^{12} \cdot f^{11} &= 0, \end{aligned} \quad (16)$$

для системы (15) задача с начальными данными ставится в виде:

$$[u]_0 = C_1, \quad [v]_0 = C_2, \quad [w]_0 = C_3, \quad [r]_0 = C_4, \quad [\mu]_{x=x_0, y=y_0} = \varphi(z),$$

которые по отношению к системе (1) преобразуются в задачу:

$$[u]_0 = C_1, \quad [v]_0 = C_2, \quad [w]_0 = C_3, \quad [u_z]_0 = C_4, \quad [u_{zz}]_{x=x_0, y=y_0} = \varphi(z) \quad (17)$$

Теорема 1.

Пусть в системе (1) $f^i, i = \overline{1, 4}, w \in C^3(\Pi), u, v \in C^2(\Pi), \Delta^{(1)} \neq 0, f_w^2 \cdot f_r^4 - f_w^4 \cdot f_r^2 = 0, f_w^4 \cdot f_r^1 - f_w^2 \cdot f_r^3 = 0, f_w^3 \cdot f_r^2 - f_w^1 \cdot f_r^4 = 0, f_w^1 \cdot f_r^3 - f_w^3 \cdot f_r^1 = 0, f_r^1 \cdot f_r^6 - f_r^2 \cdot f_r^5 \neq 0$ и $\Delta^{(2)} \neq 0$. Если выполняются все условия (15) и $\alpha < \min\left(a; \frac{\ell}{M}\right), M = \max|f^i|$, то на $\Pi(a, \ell)$ задача (1) (17) разрешима однозначно.

Случай $\Delta^{(2)} \equiv 0$. В этом случае из уравнения (10) получаем:

$$r_z = f^{9*}(x, y, z; u, v, w, r), \quad (18)$$

где

$$(f_w^1 \cdot f_r^2 - f_w^2 \cdot f_r^1) f^{9*} = f_w^1 (f^8 - f_z^2 - f_u^2 \cdot r) - f_w^2 (f^7 - f_z^1 - f_u^1 \cdot r). \quad (19)$$

Операция перекрестного дифференцирования для (7) и (18) при

$\Delta^{(3)} = f_v^7 \cdot f_w^8 - f_w^7 \cdot f_v^8 \neq 0$ приводит к двум уравнениям:

$$v_z, w_z = f^{k*}(x, y, z; u, v, w, r), \quad k = 10, 11, \quad (20)$$

где

$$\begin{aligned}\Delta^{(3)}f^{10*} &= f_{wv}^8(f_x^{9*} - f_z^7 + f_u^{9*} \cdot f^1 - f_u^7 \cdot r + f_v^{9*} \cdot f^3 - f_r^7 \cdot f^{9*} + f_w^{9*} \cdot f^5 + f_r^{9*} \cdot f^7) - \\ &\quad - f_{wv}^7(f_y^{9*} - f_z^8 + f_u^{9*} \cdot f^2 - f_u^8 \cdot r + f_v^{9*} \cdot f^4 - f_r^8 \cdot f^{9*} + f_w^{9*} \cdot f^6 + f_r^{9*} \cdot f^8), \\ \Delta^{(3)}f^{11*} &= f_{vz}^7(f_y^{9*} - f_z^8 + f_u^{9*} \cdot f^2 - f_u^8 \cdot r + f_v^{9*} \cdot f^4 - f_r^8 \cdot f^{9*} + f_w^{9*} \cdot f^6 + f_r^{9*} \cdot f^8) - \\ &\quad - f_{vz}^8(f_x^{9*} - f_z^7 + f_u^{9*} \cdot f^1 - f_u^7 \cdot r + f_v^{9*} \cdot f^3 - f_r^7 \cdot f^{9*} + f_w^{9*} \cdot f^5 + f_r^{9*} \cdot f^7).\end{aligned}\quad (21)$$

На основе этого преимущества приходим к п.д.-системе относительно u, v, w, r :

$$\begin{cases} u_x, u_y, v_x, v_y, w_x, w_y, r_x, r_y = f^i(x, y, z; u, v, w, r), \quad i = \overline{1,8}, \\ u_z = r, \quad r_z, v_z, w_z = f^{j*}(x, y, z; u, v, w, r), \quad j = \overline{9,11}, \end{cases}\quad (22)$$

где условиями совместности будут:

$$\begin{aligned}f_z^1 - f^7 + f_u^1 \cdot r + f_v^1 \cdot f^{10*} + f_w^1 \cdot f^{11*} + f_r^1 \cdot f^{9*} &= 0, \\ f_z^2 - f^8 + f_u^2 \cdot r + f_v^2 \cdot f^{10*} + f_w^2 \cdot f^{11*} + f_r^2 \cdot f^{9*} &= 0, \\ f_z^3 - f_x^{10*} + f_u^3 \cdot r - f_u^{10*} \cdot f^1 + f_v^3 \cdot f^{10*} - f_v^{10*} \cdot f^3 + f_w^3 \cdot f^{11*} - \\ &\quad - f_{wv}^{10*} \cdot f^5 + f_r^3 \cdot f^{9*} - f_r^{10*} \cdot f^{9*} = 0, \\ f_z^4 - f_y^{10*} + f_u^4 \cdot r - f_u^{10*} \cdot f^2 + f_v^4 \cdot f^{10*} - f_v^{10*} \cdot f^4 + f_w^4 \cdot f^{11*} - \\ &\quad - f_{wv}^{10*} \cdot f^6 + f_r^4 \cdot f^{9*} - f_r^{10*} \cdot f^8 = 0, \\ f_z^5 + f_u^5 \cdot r + f_v^5 \cdot f^{10*} + f_w^5 \cdot f^{11*} + f_r^5 \cdot f^{9*} - f_x^{11*} - f_u^{11*} \cdot f^1 - \\ &\quad - f_v^{11*} \cdot f^3 - f_w^{11*} \cdot f^5 - f_r^{11*} \cdot f^7 = 0, \\ f_z^6 + f_u^6 \cdot r + f_v^6 \cdot f^{10*} + f_w^6 \cdot f^{11*} + f_r^6 \cdot f^{9*} - f_y^{11*} - f_u^{11*} \cdot f^2 - \\ &\quad - f_v^{11*} \cdot f^4 - f_w^{11*} \cdot f^6 - f_r^{11*} \cdot f^8 = 0, \\ f_z^7 + f_u^7 \cdot r + f_v^7 \cdot f^{10*} + f_w^7 \cdot f^{11*} + f_r^7 \cdot f^{9*} - f_x^{9*} - f_u^{9*} \cdot f^1 - \\ &\quad - f_v^{9*} \cdot f^3 - f_w^{9*} \cdot f^5 - f_r^{9*} \cdot f^7 = 0, \\ f_z^8 + f_u^8 \cdot r + f_v^8 \cdot f^{10*} + f_w^8 \cdot f^{11*} + f_r^8 \cdot f^{9*} - f_y^{9*} - f_u^{9*} \cdot f^2 - \\ &\quad - f_v^{9*} \cdot f^4 - f_w^{9*} \cdot f^6 - f_r^{9*} \cdot f^8 = 0.\end{aligned}\quad (23)$$

Известно, что система (22) получена при некоторых равносильных преобразованиях из (1). Тогда задача для первоначальной системы ставится в виде:

$$[u]_0 = C_1, \quad [v]_0 = C_2, \quad [w]_0 = C_3, \quad [u_z]_0 = C_4. \quad (24)$$

Теорема 2. Пусть в системе (1) $f^i, i = \overline{1,4}, w \in \mathcal{C}^3(\Pi), u, v \in \mathcal{C}^2(\Pi), \Delta^{(1)} \neq 0, f_{wv}^2 \cdot f_r^4 - f_{wv}^4 \cdot f_r^2 = 0, f_{wv}^4 \cdot f_r^1 - f_{wv}^2 \cdot f_r^3 = 0, f_{wv}^3 \cdot f_r^2 - f_{wv}^1 \cdot f_r^4 = 0, f_{wv}^1 \cdot f_r^3 - f_{wv}^3 \cdot f_r^1 = 0, f_r^1 \cdot f_r^6 - f_r^2 \cdot f_r^5 \neq 0$ и $\Delta^{(2)} = 0$. Если выполняются все условия совместности (23), $\alpha < \min\left(a; \frac{\delta}{M}\right), \mathcal{M} = \max|f^i|$, то на $\Pi(a, \delta)$ задача (1) (23) разрешима единственным образом.

Рецензент: Камариддинзода З.Н. – к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой алгебры и теории исел ПИГУТУ имени Садриддина Айни.

Литература

1. Михайлов Л.Г. Некоторые переопределённые системы уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями. - Душанбе: Дониш, 1986, 116с.

2. Михайлов Л.Г., Пиров Р. О некоторых переопределенных системах уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями.- Докл. АН ТаджССР, 1981, т.24, №2
3. Пиров Р. Об условиях совместности и многообразиях решений некоторых классов переопределенных систем уравнений в частных производных с несколькими неизвестными функциями: Автореф. дисс.... д.физ.-мат.н.- Душанбе, 2018, 50 с.
4. Пиров Р. О некоторых системах четырёх уравнений в частных производных первого порядка с двумя неизвестными функциями от трёх переменных. – Доклады АН Таджикской ССР, 1987, т.30, №3, с.145-149.
5. Пиров, Р. Исследование одного класса нелинейных переопределенных систем четырёх дифференциальных уравнений с тремя неизвестными функциями в пространстве / Р. Пиров, М. М. Джабаров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1(57). – С. 4-6. – EDN YUKCGY.

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

TJ	RU	EN
Чаббаров Мустафо Абдурозикович	Джабаров Мустафо Абдурозикович	Jabborov Mustafu Abdurozikovich
Ассистенти кафедраи математикаи оӣ	Ассистент кафедры “Высшая математика”	Assistant of the department of Higher mathematics
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академик М.С. Осими	Tajik technical university named after acad. M.S. Osimi
E-mail: Jabbor7@bk.ru		

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЁННОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Д.М. Акдодов¹, Ф.А. Аксаколов²

¹Таджикский национальный университет

²Хорогский государственный университет имени М. Назаршоева

В работе на основе полученной в рамках развитой ранее молекулярно-кинетической теории растворов электролитов аналитического выражения для коэффициента теплопроводности $\lambda(\omega)$, которое учитывает вклад структурной и трансляционной релаксаций в растворах, и сформулированного авторами обобщённого потенциала межмолекулярного взаимодействия, исследованы закономерности зависимости коэффициентов теплопроводности водных растворов электролитов от температуры и плотности. Показано, что комплексный учёт ион-ионных, ион-дипольных и диполь-дипольных взаимодействий в потенциале межмолекулярного взаимодействия $\Phi_{ab}(|\vec{r}|)$ и равновесной радиальной функции распределения $g_{ab}(|\vec{r}|)$ значительно улучшает согласие теоретических расчётов зависимости коэффициента теплопроводности $\lambda(\omega)$ для водных растворов KCl, NaCl, KBr и CsCl от плотности и температуры с экспериментальными данными.

Ключевые слова: коэффициент теплопроводности, потенциал межмолекулярного взаимодействия, равновесная радиальная функция распределения.

ТАДҶИҚИ КОЭФФИЦИЕНТИ ГАРМИГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҶОИ ОБИИ ЭЛЕКТРОЛИТҶО ДАР ЗАМИНАИ ПОТЕНСИАЛИ УМУМИКАРДАШУДАИ ҲАМТАЪСИРОТИ МОЛЕКУЛАҶО

Д.М. Акдодов, Ф.А. Аксаколов

Дар мақола, тавассути ифодаҳои аналитикии дар асоси назарияи молекулави-кинетикии маҳлулҷо бо назардошти саҳми релаксатсияҳои сохторӣ ва трансляционии дар онҳо ҷойдошта ёфташуда ва потенциали аз тарафи муаллифони умумикардашудаи ҳамтаъсироти молекулаҷо қонуниятҳои вобастагии коэффисиенти гармигузаронӣ $\lambda(\omega)$ дар маҳлулҷои обии электролитҷо тадқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки назардошти ҳамтаъсироти ион-ионӣ, ион-диполь, диполь-диполь дар потенциали ҳамтаъсироти молекулаҷо $\Phi_{ab}(|\vec{r}|)$ ва дар функсияи тақсимои радиалии мувожинатии молекулаҷо $g_{ab}(|\vec{r}|)$, мувофиқати ҳисобкуниҳои назариявии вобастагии коэффисиенти гармигузаронӣ $\lambda(\omega)$ - ро аз температура ва зичиро дар маҳлулҷои электролитии KCl, NaCl, KBr ва CsCl бо натиҷаҳои таҷрибавӣ беҳтар менамояд.

Калидвожаҳо: коэффисиенти гармигузаронӣ, потенциали мутақобилаи байнимолекулави, функсияи тақсимои радиалӣ.

INVESTIGATION OF THE THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF AQUEOUS ELECTROLYTE SOLUTIONS BASED ON THE GENERALIZED POTENTIAL OF INTERMOLECULAR INTERACTION

D.M. Akdodov, F.A. Aksakolov

This paper, using an analytical expression for the thermal conductivity coefficient $\lambda(\omega)$, derived within the framework of the previously developed molecular kinetic theory of electrolyte solutions and taking into account the contribution of structural and translational relaxations in solutions, and the generalized potential of intermolecular interaction formulated by the authors, investigates the dependence of the thermal conductivity coefficients of aqueous electrolyte solutions on temperature and density. It is shown that the integrated consideration of ion-ion, ion-dipole and dipole-dipole interactions in the intermolecular interaction potential $\Phi_{ab}(|\vec{r}|)$ and the equilibrium radial distribution function $g_{ab}(|\vec{r}|)$ significantly improves the agreement between theoretical calculations of the dependence of the thermal conductivity coefficient $\lambda(\omega)$ for aqueous solutions of KCl, NaCl, KBr and CsCl on density and temperature with experimental data.

Keywords: thermal conductivity coefficient, potential of intermolecular interaction, radial distribution function.

Введение

Жидкие системы, в том числе растворы электролитов являются составными компонентами как природных, так и производственных объектов (материалов). При использовании жидких систем в качестве хладагентов, смазочных материалов, носителей тепла в качестве рабочего материала во многих других физических, химических и других технологических процессах на первый план выходит необходимость знания их переносных, в том числе термоупругих свойств. Кроме того, новые более корректные и достоверные научные информации о механизмах переноса тепла, с одной стороны, расширяют представления об особенностях молекулярной структуры вещества, с другой стороны, создают благоприятные условия для оптимизации связанных с использованием свойства жидкостей технических и технологических процессов. Следовательно,

исследование процессов переноса в жидкостях, в частности переноса тепла в растворах электролитов, является важной и актуальной задачей физики жидкого состояния.

Растворы электролитов являются сложными объектами как теоретического, так и экспериментального исследования. В экспериментальном аспекте последние годы внимание исследователей было направлено на изучение теплопроводности водных и неводных растворов электролитов в широком диапазоне температуры, давления и концентрации. В большинстве работ основной акцент был сделан на исследование влияния ионов на процесс переноса тепла в электролитах. Однако в целом многие вопросы разработки прогностических моделей, способных точно учитывать все характерные свойства переноса тепла в растворах электролитов, оставались открытыми.

Большая часть известных экспериментальных работ была посвящена исследованиям простых и конкретных растворов при относительно узких условиях. Это значительно ограничивало возможность использования результатов для исследования свойств термоупругих параметров более сложных многокомпонентных растворов электролитов в широком диапазоне изменения параметров состояния и характера внешнего возмущения.

Что касается теоретических методов исследования переноса тепла в растворах электролитов, многие из них были основаны на моделях, разработанных для разбавленных растворов. В этих теориях главным образом учитывались вклады ион-ионных и других дальнедействующих электростатических сил в переносе энергии. Были использованы классические результаты, полученные в теории ионной атмосферы, где транспортные свойства ионного газа связываются с такими параметрами, как длина экранирования Дебая и концентрации ионов. Однако опыты показали незначительный вклад таких факторов в теплопроводность электролитов по сравнению с вкладами структуры растворителя, молекулярными столкновениями и короткодействующими взаимодействиями частиц электролита.

По мере увеличения концентрации растворённого вещества свойства системы осложняются. Возникает необходимость учёта более общих форм межчастичных взаимодействий, особенностей влияния структуры растворителя, взаимных связей процессов тепло- и массопереноса.

Проблемы создания общих теоретических моделей, способных корректно описать динамические процессы переноса тепла в концентрированных и многокомпонентных растворах электролитов с учётом вкладов: - особенностей молекулярной структуры растворителя и характеров межмолекулярного взаимодействия; происходящих в жидкости релаксационных процессов и характера внешних возмущений, являются актуальными задачами теплофизики, имеющими большие фундаментальные и прикладные значения. Они и определяют основную цель исследования данной работы.

Несмотря на существующие трудности, на сегодняшний день разработан ряд интересных теоретических и численных подходов исследования процессов переноса тепла в различных жидкостях и растворах электролитов. В частности, в работах [1-5] развито экспериментально теоретическое исследование переноса тепла в сложных органических жидкостях и растворах.

В работе [1], например, предложены выражения, которые удовлетворительно описывают поведение теплопроводности насыщенных углеводородов и нормальных спиртов. В работе [2] представлен теоретический подход к описанию теплопроводности жидкостей через взаимодействие упругих гипер акустических волн с частотно-зависимым коэффициентом теплопроводности, включающим влияние поглощения и рассеяния волн. В [3] предложен теоретический подход для расчета коэффициента теплопроводности. Этот подход учитывает подвижность ионов в зависимости от параметров сольватированных ионов и свойств растворяющей среды. Расчет равновесных термодинамических свойств простой жидкости с межатомным потенциалом в виде суперпозиции двух потенциалов Юкавы выполнен в работе [4]. В работе [5] выполнен расчет коэффициентов теплопроводности расплавленных металлов LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl методом классической молекулярной динамики.

В последние годы для исследования неравновесных теплофизических свойств жидкостей, в том числе явлений переноса в растворах электролитов широко используются методы молекулярной динамики [6-11]. Работа [6] посвящена

молекулярному моделированию жидкостей. Рассматривается теплопроводность жидкостей и их растворов с использованием метода Монте-Карло и метода молекулярной динамики, а также неравновесной молекулярной динамики.

В работах [7-11] также подробно исследована закономерность зависимости теплопроводности различных сложных жидких систем, в том числе водных растворов электролитов от изменения термодинамических параметров состояния с учётом влияния структуры и состава системы, потенциалов межчастичных взаимодействий, объёма, числа частиц и размеров исследуемой системы. В большинстве случаев получены интересные научные результаты, которые можно использовать при проведении численных расчётов и сравнивать с ними наши теоретические результаты.

В работах [12-15] с учетом релаксационных процессов исследована частотная дисперсия коэффициента теплопроводности и термический модуль упругости водных растворов электролитов. Данная работа посвящена исследованию коэффициента теплопроводности на основе обобщённой энергии взаимодействия между структурными единицами раствора, который состоит из суммы ион-ионных, ион-дипольных и диполь-дипольных взаимодействий.

Теплопроводящие свойства

В работах [12-15] на основе молекулярно-кинетической теории явлений переноса тепла в растворах электролитов для коэффициента теплопроводности ($\lambda(\omega)$) были получены общие и корректные аналитические выражения для двух случаев:

1) когда потоки релаксируют по степенному закону:

$$\lambda(\omega) = \sum_a \frac{5}{2} \rho_a \left(\frac{k}{m_a} \right)^2 T \tau_a + \sum_{a,b} \frac{4\pi}{3} n_a n_b d_{ab}^3 \left(\int_0^{+\infty} \Phi_{ab}^{(1)} r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) A_1(r_1) r_1^2 dr_1 + \int_0^{+\infty} \Phi_{ab}^{(2)} r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) A_2(r_1) r_1^3 dr_1 \right), \quad (1)$$

где: $\Phi_{ab}^{(1)} = 3 \left(\Phi_{ab}(r) - \frac{1}{3} r \frac{d\Phi_{ab}}{dr} \right)$, $\Phi_{ab}^{(2)} = \Phi_{ab}(r) - r \frac{d\Phi_{ab}}{dr}$,

$$\Theta_1(r, r_1, \omega) = \frac{(\omega \tau_a)^{-1/2}}{4\pi r r_1} [e^{-\varphi_1} (\sin \varphi_1 - \cos \varphi_1) - e^{-\varphi_2} (\sin \varphi_2 - \cos \varphi_2)],$$

$$A_1(r_1) = \frac{kT(\beta_a + \beta_b)}{\beta_a \beta_b} \left(\frac{\partial g_{ab}(r_1)}{\partial T} \right)_p; \quad A_2(r_1) = -\frac{kT(\beta_a + \beta_b)}{\beta_a \beta_b} g_{ab}(r_1) \frac{\partial}{\partial r_1} \left(\frac{\partial \ln g_{ab}(r_1)}{\partial T} \right)_p;$$

$$\varphi_1 = (\omega \tau_{ab})^{\frac{1}{2}} (r - r_1); \quad \varphi_2 = (\omega \tau_{ab})^{\frac{1}{2}} (r + r_1);$$

$$\tau_{ab} = \frac{2\beta_a \beta_b d_{ab}^2}{kT(\beta_a + \beta_b)}; \quad \tau_a = \frac{m_a}{3\beta_a}; \quad \rho_a = m_a n_a; \quad n_b^* = \frac{\pi}{6} n_b d_{ab}^3; \quad \Phi_{ab}^*(r) = \frac{\Phi_{ab}(r)}{kT}; \quad d_{ab} = \frac{d_{aa} + d_{bb}}{2}$$

- эффективный диаметр ионов сорта a и b , $\omega = 2\pi\nu$ – циклическая частота, ν – частота процесса, k – постоянная Больцмана, T – равновесная температура, $\Phi_{ab}(r)$ – потенциальная энергия межчастичного взаимодействия и $g_{ab}(r_1)$ – равновесная радиальная функция распределения;

2) когда потоки релаксируют по экспоненциальному закону:

$$\lambda(\omega) = \sum_a \frac{\frac{5}{2} \rho_a \left(\frac{R}{M_a}\right)^2 T \tau'_a}{1 + (\omega \tau'_a)^2} + \sum_{a,b} \frac{\pi}{3} n_a n_b d_{ab}^5 \frac{\omega_{ab}}{1 + (\omega \tau_a)^2} \int_0^{+\infty} \left[3\Phi_{ab}(r) - r \frac{d\Phi_{ab}(r)}{dr} \right] \times \left[\left(\frac{\partial \ln g_{ab}(r)}{\partial T} \right)_p - \frac{r}{3} \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial \ln g_{ab}(r)}{\partial T} \right)_p \right] g_{ab}(r) r^2 dr, \quad (2)$$

где $\tau'_a = \frac{2}{3} \tau_a$.

В работах [12-15] также были проведены численные расчёты $\lambda(\omega)$ водного раствора NaCl для сферически-симметричного потенциала в приближении теории осмоса для растворов электролитов. При этом ограничивались рассмотрением только случая, когда релаксирующие потоки затухают по степенному закону. Осмотическая модель раствора представлялась как непрерывная, без структурированной среды, внутри которой происходят тепловые движения ионов. Влияние растворителя на коэффициент теплопроводности $\lambda(\omega)$ учитывали через значения коэффициента диэлектрической проницаемости растворителя ε_{ss} и коэффициентов внутреннего трения ионов β_a и β_b .

Выбор модели и проведение численных расчётов

В работах [16,17] отмечается, что более общее выражение потенциала межмолекулярного взаимодействия для реальных водных растворов электролитов $\Phi_{ab}(r, \theta, \varphi)$ можно выразить в виде суммы трёх потенциалов: межмолекулярного взаимодействия - $\Phi_{ij}(r_{ij})$, ионно-молекулярного взаимодействия - $\Phi_{is}(r_{is})$ и межмолекулярного взаимодействия - $\Phi_{ss}(r_{ss})$, т.е. в виде:

$$\Phi_{ab}(r, \theta, \varphi) = \Phi_{ij}(r_{ij}) + \Phi_{is}(r_{is}, \theta) + \Phi_{ss}(r_{ss}, \theta). \quad (3)$$

При расчёте коэффициентов теплопроводности водных растворов электролитов по формулам (1)-(2) в работах [12-15] нами были использованы первые два потенциала (3), при этом ограничивались учётом только радиально-симметричных значений этих потенциалов, т.е.

$$\Phi_{ab}^0(r) = 4 \frac{\varepsilon_{ab}}{\varepsilon_{ss} k T} (r^{-12} - r^{-6}) + \frac{f z_a z_b e^2}{k T \varepsilon_{ss} d_{ab}} \frac{\exp(\kappa^*)}{1 + \kappa^*} \frac{\exp(\kappa^* r)}{r}, \quad (4)$$

где $f = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$, $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$, $\varepsilon_{ab} = \sqrt{\varepsilon_{aa}\varepsilon_{bb}}$, $\kappa^* = d_{ab}\kappa_a$, $d_{ab} = \frac{d_a + d_b}{2}$, $\kappa_a^2 = \frac{\sum_a n_a e^2}{\varepsilon \varepsilon_0 k T}$, $n_a = \frac{N_a}{V}$.

Влияние структуры растворителя (воды) на теплопроводность водного раствора электролита учитывалось через коэффициент диэлектрической проницаемости растворителя ε_{ss} в первом члене (4).

В этой работе при исследовании термоупругих свойств растворов электролитов наряду с $\Phi_{ij}(r_{ij})$ определяем потенциалы $\Phi_{is}(r_{is})$ и $\Phi_{ss}(r_{ss})$. Потенциальная энергия взаимодействия между молекулами растворителя $\Phi_{ss}(r_{ss}, \theta, \varphi) = U_{ss}(r_{ss}, \theta, \varphi)$ согласно [18] (потенциал Кеезома) имеет вид:

$$U_{ss}(r_{ss}, \theta, \varphi) = \begin{cases} \infty, & \text{при } r < d_{ab}, \\ -\frac{\mu_a \mu_b}{4\pi\varepsilon_0 r^2} G(\theta_a, \theta_b, \varphi), & \text{при } r \geq d_{ab}, \end{cases} \quad (5)$$

где в сферических координатах она определяется как

$$G(\theta_a, \theta_b, \varphi) = 2 \cos \theta_a \cos \theta_b - 2 \sin \theta_a \sin \theta_b \cos \varphi = 2 \left(\cos \theta_a \cos \theta_b - \frac{1}{2} \sin \theta_a \sin \theta_b \cos \varphi \right). \quad (6)$$

В [19] для анализа структуры и термодинамических свойств плотных анизотропных систем, включая полярные жидкости, была предложена модель заторможенного вращения молекул. В этой модели дипольный момент первой молекулы вдоль оси ($\vec{r}$), связывает её со второй молекулой, то есть в формуле (5) с учётом (6) положения $\theta_a = 0$ и $\theta_b = \vartheta$, $\mu_a = \mu_b = \mu_s$. Тогда:

$$U_{ss}(r_{ss}, \theta, \varphi) = U_{ss}(r_{ss}, \vartheta) = -\frac{2\mu_s^2}{r^3} \cos \vartheta. \quad (7)$$

Согласно [17] потенциал $\Phi_{is}(r_{is}, \theta)$ (взаимодействие между ионами и молекулами растворителя) имеет вид:

$$\Phi_{is}(r_{is}, \theta) = \begin{cases} \infty, & \text{если } r \leq d_{ab}, \\ \frac{z_i e \mu}{4\pi\epsilon_0 r^2} (\hat{r} \vec{n}) = \hat{r} \frac{f z_i e \mu}{r^2} \cos \theta, & \end{cases} \quad (8)$$

где $(\hat{r} \vec{n}) = |\hat{r}| |\vec{n}| \cos \theta$, $\hat{r}$ - единичный вектор направлений от центра по $\vec{r}$, $\vec{n}$ - единичный вектор, параллельный моменту диполя. С учетом модели заторможенного вращения молекулы ($\theta_a = 0$ и $\theta_b = \vartheta$) этот потенциал $\Phi_{is}(r_{is}, \theta) = U_{is}(r_{is}, \vartheta)$ принимает вид:

$$\Phi_{is}(r_{is}, \theta) = U_{is}(r_{is}, \vartheta) = \frac{f z_i e \mu}{r^2} \cos \vartheta. \quad (9)$$

Таким образом, полная потенциальная энергия взаимодействия для водных растворов электролитов с учётом (3) - (9) имеет вид:

$$\Phi_{ab}(r, \vartheta) = \Phi_{ab}^0(r) + U_{is}(r_{is}, \vartheta) + U_{ss}(r_{ss}, \vartheta) \quad (10)$$

С учетом $U_{ab}(r, \vartheta) = (U_{is}(r_{is}, \vartheta) + U_{ss}(r_{ss}, \vartheta)) \cos \vartheta$ формула (10) принимает следующий вид:

$$\Phi_{ab}(r, \vartheta) = \Phi_{ab}^0(r) + U_{ab}(r, \vartheta). \quad (11)$$

Теперь выведем явную формулу для радиальной функции распределения $g_{ab}(r, \vartheta)$. В соответствии с [16] имеем:

$$g_{ab}(r, \vartheta) = y(\rho^*) e^{-\frac{\Phi_{ab}(r, \vartheta)}{kT}}, \quad (12)$$

где $y(\rho^*)$ - бинарная функция распределения двух полостей

Учитывая выражение (11) в (12), получим:

$$g_{ab}(r, \vartheta) = g_{ab}^0 e^{-\frac{U_{ab}(r, \vartheta)}{kT}} = g_{ab}^0 e^{-\left(\frac{U_{is}(r_{is}, \vartheta) \cos \vartheta}{kT} + \frac{U_{ss}(r_{ss}, \vartheta) \cos \vartheta}{kT}\right)}, \quad (13)$$

где

$$a_1(r) = \frac{U_{is}(r_{is}, \vartheta)}{kT}, a_2(r) = \frac{U_{ss}(r_{ss}, \vartheta)}{kT}, g_{ab}^0 = y(\rho^*) e^{-\frac{\Phi_{ab}^0(r)}{kT}}. \quad (14)$$

Для функции $y(\rho^*)$ в первом приближении ограничимся выражениями, полученными Карнаханом-Старлингом [16] в виде:

$$y(\rho^*) = \frac{(2 - \rho^*)}{2(1 - \rho^*)^3},$$

где $\rho^* = \frac{\pi}{6} n d_{ab}^3 = \frac{\pi}{6} \rho \frac{d_{ab}^3 N_0}{M}$ - приведённая плотность.

Времена релаксации $\tau_a = \frac{m_a}{3\beta_a}$, $\tau_b = \frac{m_b}{3\beta_b}$ и $\tau_{ab} = \frac{2\beta_a \beta_b d_{ab}^2}{kT(\beta_a + \beta_b)}$ определяются посредством коэффициентов трения β_a и β_b . Величины β_a и β_b зависят от термодинамических параметров состояния и для них принимаем аналитические выражения вида [15]:

$$\beta_a^2 = \sum_{a=1}^2 \frac{\rho_a kT}{3} \sum_{b=1}^2 d_{ab} \int_0^{+\infty} d\vec{r} \nabla^2 \Phi_{ab}^0(r, \vartheta) g_{ab}^0(r, \vartheta), \quad (15)$$

где $\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right)$ - радиальная часть оператора Лапласа.

С учётом $d\vec{r} = r^2 dr \sin \vartheta d\vartheta d\alpha$, $d\vec{r}_1 = r_1^2 dr_1 \sin \vartheta d\vartheta d\alpha$ ($0 \leq r \leq \infty$, $0 \leq \vartheta \leq \pi$, $0 \leq \alpha \leq 2\pi$) в интегралы выражения (1)-(2), (15) с учетом формулы (3), (4), (11)-(14) после строго математического вычисления принимают вид:

$$\begin{aligned}
 \beta^2 = & \frac{4\pi}{3} kT \sum_{a=1}^2 \rho_a d_{ab} \int_0^{+\infty} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r)}{\partial r} \right) g_{ab}^0(r) \frac{\text{sha}(r)}{a(r)} dr \\
 & - \frac{4\pi}{3} kT \sum_{a=1}^2 \rho_a d_{ab} \int_0^{+\infty} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial a(r)}{\partial r} \right) g_{ab}^0(r) \frac{a(r) \text{cha}(r) - \text{sha}(r)}{a^2(r)} dr \\
 & + \frac{4\pi}{3} kT \sum_{a=1}^2 \rho_a d_{ab} \int_0^{+\infty} 2a(r) g_{ab}^0(r) \frac{a(r) \text{cha}(r) - \text{sha}(r)}{a^2(r)} dr,
 \end{aligned} \quad (16)$$

а) затухания потоков по степенному закону:

$$\begin{aligned}
 \lambda(\omega) = & \sum_a \frac{5}{2} \rho_a \left(\frac{k N_0}{M_a} \right)^2 T \frac{\tau_a}{1 + (\omega \tau_a)^2} \\
 & + \frac{4\pi}{3} \sum_{a,b} n_a n_b k \omega_{ab} d_{ab}^5 \left(\int_0^\infty 6\Phi_{ab}^0(r) r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \Phi_{ab}^0(r_1) \frac{\text{sh } a(r_1)}{a(r_1)} r_1^2 dr_1 \right. \\
 & - \int_0^\infty 6\Phi_{ab}^0(r) r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \left(\frac{a(r_1) \text{ch } a(r_1) - \text{sh } a(r_1)}{a(r_1)} \right) r_1^2 dr_1 \\
 & - \int_0^\infty 2r \frac{d\Phi_{ab}^0(r)}{dr} r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \Phi_{ab}^0(r_1) \frac{\text{sh } a(r_1)}{a(r_1)} r_1^2 dr_1 \\
 & + \int_0^\infty 2r \frac{d\Phi_{ab}^0(r)}{dr} r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \left(\frac{a(r_1) \text{ch } a(r_1) - \text{sh } a(r_1)}{a(r_1)} \right) r_1^2 dr_1 \\
 & - \int_0^\infty 2\Phi_{ab}^0(r) r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r_1)}{\partial r} \frac{\text{sh } a(r_1)}{a(r_1)} r_1^3 dr_1 \\
 & + \int_0^\infty 2\Phi_{ab}^0(r) r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \frac{\partial a(r_1)}{\partial r_1} \left(\frac{a(r_1) \text{ch } a(r_1) - \text{sh } a(r_1)}{a^2(r_1)} \right) r_1^3 dr_1 \\
 & + \int_0^\infty 2r \frac{d\Phi_{ab}^0(r)}{dr} r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r_1)}{\partial r} \frac{\text{sh } a(r_1)}{a(r_1)} r_1^3 dr_1 \\
 & \left. - \int_0^\infty 2r \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r_1)}{\partial r} r^2 dr \int_0^r \Theta_1(r, r_1, \omega) g_{ab}^0(r_1) \frac{\partial a(r_1)}{\partial r_1} \left(\frac{a(r_1) \text{ch } a(r_1) - \text{sh } a(r_1)}{a^2(r_1)} \right) r_1^3 dr_1 \right)
 \end{aligned} \quad (17)$$

Затухания потоков по экспоненциальному закону:

$$\begin{aligned}
 \lambda(\omega) = & \sum_a \frac{5}{2} \rho_a \left(\frac{k N_0}{M_a} \right)^2 T \frac{\omega^2 \tau_a}{1 + (\omega \tau_a)^2} \\
 & + \frac{\pi}{3} \sum_{a,b} \frac{n_a n_b k d_{ab}^5}{T} \frac{\omega_{ab}}{1 + (\omega \tau_a)^2} \left\{ 3 \int_0^r \left(\Phi_{ab}^0(r) \right)^2 g_{ab}^0(r) \frac{2 \text{sh } a(r)}{a(r)} r^2 dr \right. \\
 & - 6 \int_0^r \Phi_{ab}^0(r) g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \text{ch } a(r) - \text{sh } a(r)}{a(r)} \right) r^2 dr - \\
 & \left. - 2 \int_0^r \Phi_{ab}^0(r) \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r)}{\partial r} g_{ab}^0(r) \frac{\text{sh } a(r)}{a(r)} r^3 dr + \right.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + 2 \int_0^r \Phi_{ab}^0(r) \frac{\partial a(r)}{\partial r} g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \operatorname{ch} a(r) - \operatorname{sh} a(r)}{a^2(r)} \right) r^3 dr \\
 & - 6 \int_0^r \Phi_{ab}^0(r) g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \operatorname{ch} a(r) - \operatorname{sh} a(r)}{a(r)} \right) r^2 dr \\
 & + 6 \int_0^r g_{ab}^0(r) \left(\frac{a^2(r) \operatorname{sh} a(r) - 2a(r) \operatorname{ch} a(r) + 2 \operatorname{sh} a(r)}{a(r)} \right) r^2 dr \\
 & + 2 \int_0^r \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r)}{\partial r} g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \operatorname{ch} a(r) - \operatorname{sh} a(r)}{a(r)} \right) r^3 dr \\
 & - 2 \int_0^r \frac{\partial a(r)}{\partial r} g_{ab}^0(r) \left(\frac{a^2(r) \operatorname{sh} a(r) - 2a(r) \operatorname{ch} a(r) + 2 \operatorname{sh} a(r)}{a^2(r)} \right) r^3 dr \\
 & - 2 \int_0^r \frac{d\Phi_{ab}^0}{dr} \Phi_{ab}^0(r) g_{ab}^0(r) \frac{\operatorname{sh} a(r)}{a(r)} r^3 dr \\
 & + 2 \int_0^r \frac{d\Phi_{ab}^0}{dr} g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \operatorname{ch} a(r) - \operatorname{sh} a(r)}{a(r)} \right) r^3 dr \\
 & + 2 \int_0^r \frac{da(r)}{dr} \Phi_{ab}^0(r) g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \operatorname{ch} a(r) - \operatorname{sh} a(r)}{a^2(r)} \right) r^3 dr \\
 & - 2 \int_0^r \frac{da(r)}{dr} g_{ab}^0(r) a(r) \left(\frac{a^2(r) \operatorname{sh} a(r) - 2a(r) \operatorname{ch} a(r) + 2 \operatorname{sh} a(r)}{a^2(r)} \right) r^3 dr \\
 & + \frac{2}{3} \int_0^r \left(\frac{\partial \Phi_{ab}^0(r)}{\partial r} \right)^2 g_{ab}^0(r) \frac{\operatorname{sh} a(r)}{a(r)} r^4 dr \\
 & - \frac{4}{3} \int_0^r \frac{\partial \Phi_{ab}^0(r)}{\partial r} \frac{\partial a(r)}{\partial r} g_{ab}^0(r) \left(\frac{a(r) \operatorname{ch} a(r) - \operatorname{sh} a(r)}{a^2(r)} \right) r^4 dr \\
 & + \frac{2}{3} \int_0^r \left(\frac{\partial a(r)}{\partial r} \right)^2 g_{ab}^0(r) \left(\frac{a^2(r) \operatorname{sh} a(r) - 2a(r) \operatorname{ch} a(r) + 2 \operatorname{sh} a(r)}{a^3(r)} \right) r^4 dr \Big\}
 \end{aligned} \tag{18}$$

Проведение численных расчетов

Формулы (16)-(17) с учётом (11)-(14) и (15) позволяют провести численные расчёты $\lambda(\omega)$ водных растворов электролитов. Для количественного сравнения результатов численных расчетов с экспериментальными данными в таблице 1 приведены теоретически вычисленные значения теплопроводности водных растворов KCl, NaCl, KBr и CsCl в зависимости от температуры и плотности при частоте $\omega^* = 10^{-5}$ и фиксированной концентрации $c=20\%$.

Из таблиц следует, что результаты вычислений коэффициента теплопроводности для водных растворов KCl, NaCl, KBr и CsCl при разном затухании закона затухания релаксирующих потоков, при фиксированной концентрации 20% (статические значения коэффициента теплопроводности) находятся в достаточно хорошем согласии с экспериментальными данными. Это связано с тем, что наряду с межмолекулярным взаимодействием в растворах были учтены ион-дипольные и диполь-дипольные взаимодействия, которые могли внести дополнительные корректировки в расчетный коэффициент теплопроводности.

Таблица 1– Температурная и плотностная зависимости коэффициента теплопроводности водных растворов KCl, NaCl, KBr и CsCl: $c=20\%$ и $\omega^*=10^{-6}$

NaCl					KCl				
T, K [20]	ρ , кг/м ³ [22]	λ , мВт/(м·К)			T, K [20]	ρ , кг/м ³ [22]	λ , мВт/(м·К)		
		[20]	по форм. (16)	по форм. (17)			[8]	по форм. (16)	по форм. (17)
298,01	1145	571,8	565,8	457,8	295,3	1132	555,3	450,0	314,9
304,14	1141	582,4	574,1	456,6	299,78	1130	564,2	463,9	325,5
313,11	1137	598,3	584,0	455,9	304,43	1128	571,9	496,9	348,8
317,25	1135	606,4	593,0	456,1	310,27	1125	579,8	543,5	381,9
321,69	1133	612,1	600,7	456,2	315,32	1123	585,2	565,1	398,5
324,51	1131	617,1	606,1	455,8	319,45	1121	590,8	681,7	480,0
332,59	1126	629,3	614,9	454,4	323,83	1119	598,7	687,6	486,3
337,50	1125	634,0	624,8	455,6	328,34	1116	606,1	803,1	569,4
KBr					CsCl				
T, K [21]	ρ , кг/м ³ [22]	λ , мВт/(м·К)			T, K [22]	ρ , кг/м ³ [22]	λ , мВт/(м·К)		
		[21]	по форм. (16)	по форм. (17)			[22]	по форм. (16)	по форм. (17)
293,15	1163	551,0	375,9	314,5	283,15	1198	515,0	462,7	308,7
313,15	1156	579,0	411,9	340,7	293,15	1196	534,0	451,2	319,7
333,15	1145	599,0	431,8	365,3	303,15	1192	551,0	454,1	339,1
353,15	1132	614,0	534,6	441,4	313,15	1188	567,0	450,4	354,1
					323,15	1184	579,0	469,8	385,7
					333,15	1178	590,0	508,3	433,2

Заклучение

Использование обобщённого потенциала межмолекулярного взаимодействия с более корректным учётом взаимодействия молекул растворителя значительно улучшает согласие полученных результатов с экспериментальными данными, представленными в [20-22]. Это свидетельствует о том, что закон затухания релаксирующих потоков по-разному влияет на коэффициент теплопроводности для водных растворов, что обусловлено учётом вкладов релаксационных процессов в этом коэффициенте. Следовательно, теплопроводящие свойства водных растворов тесно связаны с природой восстановления равновесной структуры и сложными взаимодействиями между частицами таких ион-молекулярных систем.

Рецензент: Абдурасулов А.А. – д.ф.м.-н., доцент кафедры физики ТПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Назиев, Д.Я. Обобщение экспериментальных данных по теплопроводности жидких предельных углеводородов с применением некоторых теоретических моделей / Д.Я. Назиев // Проблемы современной науки и образования. 2024. № 11 (198). С. 4-7.
2. Филиппов, Л.П. Исследование теплопроводности жидкостей / Л.П. Филиппов // М.: Издательство МГУ. 1970. 240 с.
3. Танганов, Б.Б., Бубеева, И.А. Теоретическая модель теплопроводности для анализа смесей электролитов // Б.Б. Танганов, И.А. Бубеева // Журнал физической химии. 2015. Том 89. № 9. С. 1357–1359.
4. Локтионов, И.К. Математическое моделирование термодинамических свойств жидкости на основе двойного потенциала Юкавы. Аналитические результаты / И.К. Локтионов // Теплофизика высоких температур. 2019. Том 57. № 5. С. 677–684.
5. Закирьянов, Д.О., Теплопроводность хлоридов щелочных металлов: расчет методом молекулярной динамики / Д.О. Закирьянов, Н.К. Ткачев // Теплофизика высоких температур. 2020. Том 58. № 1. С. 51–54.

6. Richard, J.S. Molecular Simulation of Fluids: Theory, Algorithms, Object-Orientation, and Parallel Computing / J.S. Richard // Elsevier. 2023. 575 p.
7. Celebi, A.T. Thermal conductivity of aqueous solutions of reline, ethaline, and glyceline deep eutectic solvents; a molecular dynamics simulation study / A.T. Celebi, T.J.H. Vlught, O.A. Moulτος // Molecular physics. 2021. Vol. 119, No. 19-20. e1876263 (11 pages)
8. Muller-Plathe, F. A simple nonequilibrium molecular dynamics method for calculating the thermal conductivity/ F. Muller-Plathe // The Journal of Chemical Physics. 1997. 106(14). pp. 6082– 6085.
9. Bedrov, R. Thermal conductivity of molecular fluids from molecular dynamics simulations: Application of a new imposed-flux method / R. Bedrov, G.D. Smith. // Journal of Chemical Physics. 2000. V. 113, N. 18. pp. 8080–8084.
10. Pieprzyk, S. A comprehensive study of the thermal conductivity of the hard sphere fluid and solid by molecular dynamics simulation/ S. Pieprzyk, A. C. Brańka, D. M. Heyes, M. N. Bannerman // Physical Chemistry Chemical Physics. 2020. 22. pp. 8834–8845.
11. Hongqin Liu. Free volume power law for transport properties of hard sphere fluid/ Liu. Hongqin // Journal of Applied Physics. 2021. 129. 044701
12. Odinaev, S. Dependence of thermoelastic properties of aqueous electrolyte solutions on the frequency and temperature / S. Odinaev, D.M. Akdodov // Journal of Molecular Liquids. 2015. Vol. 212. P.957–962.
13. Акдодов, Д.М. Частотная дисперсия термического модуля упругости растворов электролитов / Д.М. Акдодов, Ф.А. Аксаколов // Вестник филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе Серия: Естественных наук. 2024. Том 1. №1(37). С 5-14.
14. Акдодов Д.М. Исследование коэффициента теплопроводности растворов электролитов в зависимости от природы затухания релаксирующих потоков / Д.М. Акдодов, Ф.А. Аксаколов // Доклады национальной академии наук Таджикистана. 2024. Том 67. № 11-12. С. 534-550.
15. Одинаев, С. Теория релаксационных процессов, явлений переноса, упругих и акустических свойств растворов электролитов / С. Одинаев, Д.М. Акдодов // Душанбе. Издательство-КВД «Матбаа». 2022. 190 с.
16. Юхновский, И.Р. Статистическая теория классических равновесных систем / И.Р. Юхновский, М.Ф. Головкин // Киев: Наукова думка. 1980. 372 с.
17. Zhao, H. Development of an equation of state for electrolyte solutions by combining the statistical associating fluid theory and the mean spherical approximation for the nonprimitive model /H. Zhao, M. Carolina dos Ramos, Clare McCabe // The Journal of Chemical Physics. 2007. 126 (24). P. 244503.
18. Каплан И.Г. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы / И.Г. Каплан // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012. 394 с.
19. Литинский, Г.Б. Статистическая термодинамика жидкости дипольных твердых сфер. Модель заторможенного вращения молекул / Г.Б. Литинский // Журнал структурной химии. 2004. Т. 45. № 1. С.86-93.
20. Assael, M.J. Absolute measurements of the thermal conductivity of some aqueous chloride salt solutions / M.J. Assael, E. Charitidou, J.Ch. Stassis, W.A. Wakeham// Ber. Bunsenges. Phys. Chem., 1989, V.93, N.8, pp.887-892.
21. Алхасов, А.Б. Теплопроводность водных растворов солей вблизи линии насыщения/ А.Б. Алхасов, М. Ш. Магомедов, У.Б. Магомедов // Естественные и технические науки. 2010. № 4. С. 29-32.
22. Зайцев И.Д. Физико-химические свойства бинарных и многокомпонентных растворов неорганических веществ / И.Д. Зайцев, Г.Г. Асеев // М.: Химия. 1988., 410 с.

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

TJ	RU	EN
Акдодов Донаёр Мавлобахшович	Акдодов Донаёр Мавлобахшович	Akdodov Donayer Mavlobakhshovich
д.и.ф.-м., профессор, мудир кафедраи “Физикаи умумӣ”	д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Общая физика»	Doctor of Physics and Mathematics, Professor, The head of the department of “General physics”
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
E-mail: sharofat2002@mail.ru		
TJ	RU	EN
Аксаколов Фаррух Аксаколович	Аксаколов Фаррух Аксаколович	Aksakolov Farrukh Aksakolovich
Ассистенти кафедраи физикаи умумӣ	Ассистент кафедры “Общая физика”	Assistant at the Department of “General Physics”
Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев	Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева	Khorog State University named after M. Nazarshoev.

УДК: 538.9,53.043,539.6

DOI: 10.65599/II4246

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Н.Н. Умарзода¹, С.Ф. Абдуллозода², А.Д. Бахдавлатов², К. Рузиев²¹ГОУ «ХГУ имени академика Б. Гафурова²Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАНТ

В настоящей работе методом ИК-спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа исследовано влияние накопленных тяжёлых металлов на физико-химические свойства листьев амаранта (*Amaranthus*), собранного в Согдийской области. Выявлено наличие гидроксильных, метильно-метиленовых и других групп в биомолекулах природных соединений. Наблюдаются смещения максимумов полос поглощения, изменения оптической плотности и полуширины полос поглощения. Установлено, что тяжёлые металлы влияют на межмолекулярные взаимодействия функциональных групп, физико-химические свойства и формирование молекулярной структуры биоматериала.

Ключевые слова: межмолекулярные взаимодействия, инфракрасная спектроскопия, тяжёлые металлы, рентгенофлуоресцентный анализ, амарант, функциональная группа.

ТАДҚИҚИ ТАЪСИРИ МЕТАЛЛҲОИ ВАЗИН БА ХОСИЯТҲОИ СПЕКТРАЛИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ ТАБИИ РАСТАНИҒИ БО УСУЛИ СПЕКТРОСКОПИЯИ ИНФРАСУРҲ

Н.Н. Умарзода, С.Ф. Абдуллозода, А.Д. Бахдавлатов, К. Рузиев

Дар кори мазкур бо усули спектроскопияи инфрасурх ва рентгенофлуоресенсӣ таъсири металлҳои вазини фурӯбурда ба хосиятҳои физикӣ-химиявии баргҳои матинҷ (*Amaranthus*), ки дар вилояти Суғд ҷамъоварӣ шудаанд, омӯхта шудааст. Мавҷудияти гурӯҳҳои ҳидроксилӣ, метилию-метиленӣ ва дигар дар биомолекулаҳои пайвастагиҳои табиӣ ошкор карда шуд. Тағйирёбии максимуми фурӯбурд, тағйироти бузургии зичии оптикӣ, нимвасеғии бандҳои фурӯбурд мушоҳида карда мешавад. Муайян намуда шуд, ки миқдори металлҳои вазин ба боҳамтаъсири байнимолекулавӣ гурӯҳҳои функционалӣ, хосияти физика-химиявӣ ва ташаккулёбии сохтори молекулавӣ бимаводҳо таъсир мерасонад.

Калидвожаҳо: боҳамтаъсири байнимолекулавӣ, спектроскопияи инфрасурх, металлҳои вазин, таҳлили рентгенофлуоресентӣ, матинҷ, гурӯҳи функционалӣ.

EXPLORATION OF HEAVY METALS INFLUENCE UPON SPECTRAL CHARACTERISTICS OF NATURAL FLORAL COMPOUNDS BY IR SPECTROSCOPY METHOD

N.N. Umarzoda, S.F. Abdullozoda, A.D. Bakhdavlatov, K. Ruziev

The present work dwells on the investigation of the influence of amassed heavy metals on the physico-chemical properties of the leaves of an amaranthus (*Amaranthus*) collected in the Sughd region by the method of IR- spectroscopy and florescent analysis. We elicited the presence of hydroxyl, methyl-methylene, and other groups in biomolecules of natural compounds. There are observed the shifts of absorption stripes maximums, alterations of optical density and absorption of demiwidth of stripes. It is established that heavy metals affect biomaterial interactions of functional groups, physico-chemical properties and formation of a molecular structure of a biomaterial.

Keywords: intermolecular interactions, infra-red spectroscopy, heavy metals, X-ray fluorescence analysis, amaranthus, functional group.

Введение

Как известно, микроэлементы, в частности, тяжёлые металлы (ТМ) находятся во всех частях экологической системы и играют важную роль для формирования свойств и структуры биоматериалов. Перенос ТМ в экологическую систему и их участие в биохимических и биофизических процессах зависят от концентрации в почве и атмосфере земной поверхности.

Априори высокого уровня загрязнения окружающей среды ТМ может привести к экологическому стрессу, который может препятствовать производству экологически чистой продукции.

Из научной литературы данной области известно, что загрязнение окружающей среды вызывается техногенной деятельностью и антропогенным воздействием человека, другими особенностями накопления элементов на поверхности почв [1, 2]. В связи с этим можно сказать, что ТМ играют важную роль в загрязнении биосферы и это безусловно носит локальный характер.

В работах [3-6] исследован характер изменений свойств и структуры некоторых видов растений, произрастающих в Таджикистане под воздействием радиации, концентрации радионуклидов и других внешних факторов. В этих работах показано, что свойства растений, в зависимости от среды произрастания, влияют на структуру и спектральные характеристики спектра поглощения. Внешние факторы, как фоновое

излучение, количество радионуклидов, пестициды и др. также могут влиять на спектроскопические свойства и молекулярную структуру растительных соединений. Согласно работам [4, 5] воздействие фонового излучения в зоне произрастания влияет на формирование структуры и концентрации функциональных групп, таких как гидроксильные метильные карбоксильные и C=H, C=C и C-S группы.

Материалы и методы

В данной работе с помощью метода ИК-спектроскопии изучено влияние содержания ТМ и места прорастания на молекулярную структуру и спектральные свойства листьев амаранта. Образцы для исследования были взяты из различных регионов Северного Таджикистана: Бободжангафуровского района и города Худжанда.

Исследование проводилось на ИК-спектрометре TJ 270-30A Infrared Spectrometer TJ, а обработка осуществлялась в стандартной программе Microsoft Excel - 2016.

На рисунке 1 показан инфракрасный спектр листьев амаранта в диапазоне волновых чисел 4000 - 400 см^{-1} , полученный вблизи автомагистрали, ведущий в в Худжанд и в саду «Арбоб», расположенном в Бободжангафуровском районе.

Результаты

Из рисунка 1 видно, что в области частот поглощения гидроксильных групп наблюдается максимальная линия (спектр 1) при 3420 и 3390 см^{-1} , соответствующая межмолекулярным и внутримолекулярным связям этой группы. Образцы, собранные в саду дворца «Арбоб»-а показывают широкую полосу около 3385 см^{-1} . Эти линии отличаются по интенсивности и положению максимума полос поглощения относительно спектра 1.

Согласно спектрам, образец, собранный в саду Арбоб демонстрирует более высокую интенсивность, что указывает на большее количество функциональных групп. В диапазоне волновых чисел 3000 – 2800 см^{-1} для этих образцов наблюдаются слабые полосы поглощения, связанные с метильными и метиленовыми группами.

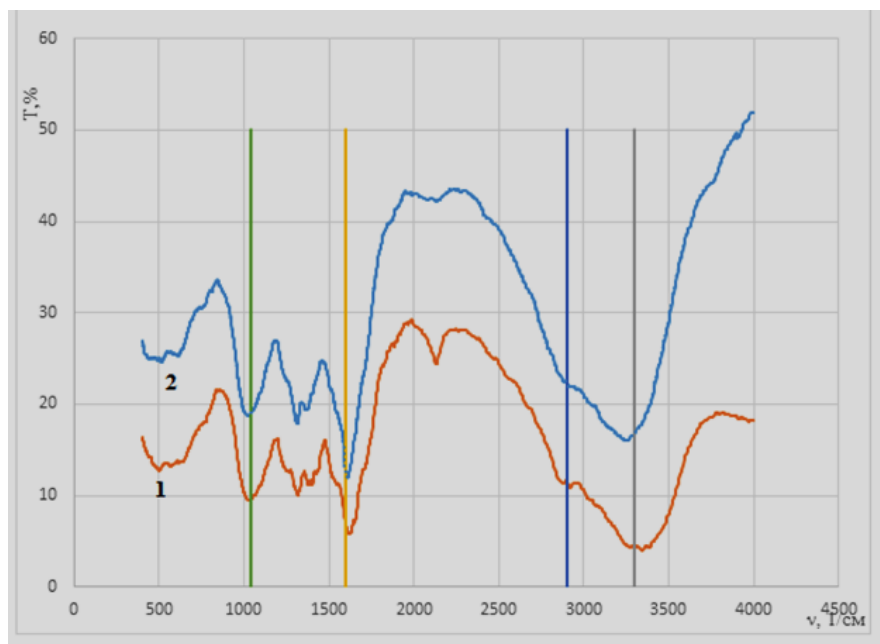


Рисунок 1– Инфракрасные спектры листьев амаранта в области 4000 - 400 см^{-1} :
1). г. Худжанд, 2). Бободжангафуровский район

Таблица 1–Положения максимальных полос поглощения листьев амаранта

№	Образцы из города Худжанда	Образцы из Бободжангафуровского района
1.	3420	3385
2.	2958	2960
3.	2922	2920
4.	1734	1760

Окончание таблицы №1

5.	1610	1600
6.	1450	1430
7.	1384	1370
8.	1040	1030
9.	500	495

Однако в диапазоне 1800-400 см⁻¹ наблюдается несколько полос поглощения, соответствующих деформационным колебаниям следующих групп; OH, CH, C = O, C – O – H, C = C, C = N, значение которых приведено в таблице 1.

В таблице 2 представлены данные о спектральных характеристиках листьев амаранта, таких как положения максимумов полос поглощения, оптическая плотность и полуширина полос поглощения из разных мест произрастания.

На основании данных таблицы 2, изменения в полосах поглощения в области гидроксильных групп, таких как положения максимума поглощения, оптическая плотность и полуширина полос поглощения, указывают на различия в физико-химических свойствах растительных соединений исследованных образцов. Вероятно, эти изменения обусловлены наличием ТМ в составе почвы и экологических условий места обитания растений.

Таблица 2–Зависимость спектральных характеристики листьев амаранта от места произрастания

Места произрастания	$\nu_{\text{макс}}$, 1/см	$\nu_{1/2}$, 1/см	D
г. Худжанд	3420	700	1,7
Бободжангафуровский район	3385	820	1,1

В данной работе для определения концентрации ТМ в пробах почв и растительных соединениях использовался метод рентгенофлуоресценции. Известно, что распределение ТМ в дисперсионной системе почв и растительных соединений обусловлено множеством факторов [7, 8]. Степень загрязнения среды ТМ может привести к экологическому стрессу, который влияет на физико-химические и межмолекулярные взаимодействия, что ставит под угрозу создание безопасной биопродукции.

Таблица 3 –Зависимость концентрации тяжёлых металлов от места сбора листьев растений и пробы почв, МГ/КТ

Место сбора образцов	Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Co	Fe ₂ O ₃ , %	MnO	Cr	V	TiO ₂ %
1-Худжанд, листья	104,5	4,36	3,6	88,7	50,4	3,37	-	1,84	87,1	63,4	16,8	0.33
1-почва	108,1	19,2	12,7	154,2	49,3	26,2	2,34	2,78	89,2	63,6	6,79	0.35
2-Бободжонгафуровский район, листья	101,2	-	3,4	67,1	50,1	2,90	-	1,68	87,3	64,1	18,4	0.33
2-почва	106,5	15,4	10,9	121,3	49,9	20,8	1,56	2,53	89,6	63,6	10,2	0.34

В таблице 3 показаны количества ТМ в дисперсионной системе почвы и листьев растений в зависимости от места произрастания. Видно, что такие элементы как стронций, свинец, цинк, медь, никель и кобальт в большем количестве присутствуют в образцах, взятых около автомагистрали города Худжанда, тогда как оксид марганца, хром и ванадий в большем количестве обнаружены в образцах из Бободжангафуровского района.

Согласно данным, представленным в таблице 3, видно, что медь и ванадий накапливаются листьями в большем количестве, чем в почве, на что указывают пробы; это объясняется зависимостью от типа растений и экологического состояния среды произрастания.

На рисунке 2 представлены данные о коэффициенте биологического поглощения (КБП) **образцов растительного материала**. Из рисунка 2 видно, что в зависимости от экологических условий некоторые элементы больше накапливаются в растениях. Согласно [9, 10], когда $KBP > 1$ микроэлемент больше накапливается в растениях, если $KBP < 1$ растения им мало поглощаются; очевидно, накопленные микроэлементы влияют на межмолекулярное взаимодействие функциональных групп природных соединений, о чём свидетельствуют изменения спектральных характеристик ИК-спектров.

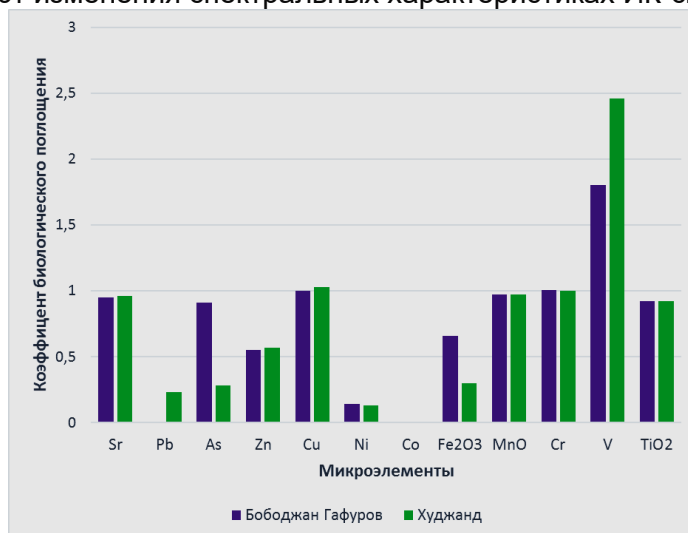


Рисунок 2 – Коэффициент биологического поглощения амаранта

Заключение

1. Определено, что максимальность полос поглощения и интенсивность спектров поглощения зависят от концентрации тяжёлых металлов и экологического состояния места произрастания;
2. Установлено, что межмолекулярное взаимодействие биомолекул растительного происхождения зависит от количества тяжёлых металлов;
3. Выявлено, что изменения спектральных характеристик приведёт к изменению физико-химических и биофизических свойств функциональных групп биомолекул листьев биоматериала;
4. Изменения межмолекулярного взаимодействия и физико-химических свойств зависит от изменения положения максимумов полос, интенсивности и оптической плотности биомолекул природных соединений;
5. Из результатов исследования также можно сделать вывод, что с помощью ИК-спектроскопии можно изучать индивидуальные спектры различных морфологических соединений.

Рецензент: Абдуллаев А. – д.б.н., профессор, член-корр, зав. лабораторией биохимии фотосинтеза Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНП.

Литература

1. Ильин В.Б., Байдина Н.Л., Конарбаева Г.А., Черевко А.С. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях Новосибирска// Агрохимия, 2000. - № 1. - С. 66-73.
2. Соколов Э. М., Панарин В. М., Рылеева Е. М. Антропогенное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Экология и промышленность России, 2008. - № 11. - С. 102-106.
3. Шукуров Т., Джураев А.А., Хаитова З.М., Джураев Ан.А., Марупов Р. Спектроскопические свойства одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) средней ИК – области частот. - ДАН РТ, 2007. - Т. 50. - №7. - С. 607-612.
4. Умаров Н., Давлатмамадова С.Ш., Шукуров Т., Усмонов А., Марупов Р. Исследование молекулярных свойств листьев донника лекарственного (*Melelotus officinalis* (L.) Pall.), методом ИК – спектроскопии. ДАН РТ, 2014. - Т. 57. - № 1. - С. 32-36.
5. Усмонов А., Шукуров Т., Умаров Н. Исследование влияния радиационных излучений и экологии местности на спектроскопические характеристики лекарственного растения полына метельчатого методом ИК-спектроскопии. Полын метельчатая- *Artemisia scoparia* Waldst.et.kit. Современные проблемы

математических и естественных наук в мире / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Казань, 2015. - С. 38-43.

6. Ильяшенко Н. В., Дементьева С. М., Хижняк С. Д., Пахомов П. М., Ильяшенко В. Д. Использование метода Фурье – ИК спектроскопии для изучения изменений химического состава *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. под действием антропогенных факторов. Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология, 2009. - Вып. 13. - С. 211-220.

7. Умаров Н.Н., Абдуманов А., Шукуров Т., Абдуллаев С.Ф. Влияние содержания тяжелых металлов на молекулярную динамику функциональных групп структуры хвойных деревьев // Экосистемы. 2021, Выпуск 26. - С. 148-157.

8. Ширкин Л. А. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды. – Владимир: Издательство Владимирского государственного университета. - 2009. - 65 с.

9. Абдуллаев С.Ф., Сафаралиев Н.М., Партоев К. Исследование биологического поглощения тяжелых металлов растением-фиторе медиантом – топинамбуром (*Helianthus tuberosus* L//Химическая безопасность, 2019. - Т. 3. - № 1. - С. 110-117.

10. Дегтярёв А.П. Коэффициенты биологического накопления как основа биохимической классификации химических элементов. Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2024. - Т. 16. - № 1. С. 5-19.

11. Бозоров, Ш. А. Моделирование закономерностей изменения показателей процесса пластического течения металла при прокатке высоких полос в скрепленных валках / Ш. А. Бозоров, Б. Н. Одиназова, М. Х. Саидов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. - 2020. - №2(50). - С. 66-73. EDN: WYNBXJ

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Умарзода Насим Нёмат	Умарзода Насим Нёмат	Umarzoda Nasim Nemat
номзади илмҳои физикаю математика, мудири кафедраи физикаи умумӣ ва ҷисмҳои сахт	к.ф.-м.н., заведующий кафедры общей физики и твёрдого тела	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of General Physics and Solid State,
МДТ “Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров”, шаҳри Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон.	ГОУ «Худжандский государственный университет имени академика Бободжана Гафурова», г. Худжанд, Республика Таджикистан.	SEI “Khujand State University named after Academician Bobojan Gafurov”, Khujand, Republic of Tajikistan.
E-mail: nasimchon-74@mail.ru		
TJ	RU	EN
Абдуллозода Сабур Фузайл	Абдуллозода Сабур Фузайл	Abdullozoda Sabur Fuzayl
Доктори илмҳои физикаю математика, профессор	доктор физико-математических наук, профессор	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
ИФТ ба номи С.У. Умарови АМИТ	ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ	PhTI named after S.U. Umarov
E-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com ORCID Id: 0000-0003-3468-6939		
TJ	RU	EN
Бахдавлатов Асратбек Давлатбекович	Бахдавлатов Асратбек Давлатбекович	Bakhdavlatov Asratbek Davlatbekovich —
номзади илмҳои техникаю мудири лабораторияи спектроскопияи молекулавӣ	кандидат технических наук заведующий лабораторией молекулярной спектроскопии	Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of Molecular Spectroscopy
Институти физикаю техники ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.	—Физико-технический институт имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан.	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.
E-mail: asratbek53@mail.ru		
TJ	RU	EN
Рузиев Комилджон Алишерович	Рузиев Комилджон Алишерович	Ruziev Komiljon Alisherovich
Ходими илмӣ	Научный сотрудник	Research Fellow
Институти физикаю техники ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	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: komil.ruzueff@yandex.com		

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ ИСТОЧНИКА ПРИ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ МАТЕРИАЛОВ

И. Сархадов¹, З.К. Тухлиев¹, Х.Г. Муроди²

¹ Объединенный институт ядерных исследований

² Худжандский государственный университет имени академика Бободжона Гафурова

В работе представлены результаты численного исследования процесса лазерной абляции при воздействии источника излучения непрерывного действия и импульсов сложной временной структуры, задаваемой через функцию источника. Для этого в уравнение теплопроводности интенсивность излучения лазера вводится как произведение двух функций определяющие временную и пространственную зависимости действия на образец, при котором возможно изменение структуры действующего источника. Это позволило, численным моделированием, установить разницу воздействия формы источника на процесс абляции, при сохранение одинакового значения флюенса энергии излучения лазера. Установлено, что при наличии импульсной составляющей в излучении непрерывного лазера процесс лазерной абляции выходит из стационарного состояния и через определенный интервал времени вновь возвращается к нему.

Ключевые слова: абляция, флюенс энергии, теплопроводность, источник излучения, профиль температуры, кратер, импульс, скорость, длительность, испарение, стационарные состояния.

МОДЕЛСОЗИИ РАҚАМИИ ТАЪСИРИ ШАКЛИ ВАҚТИИ МАНБАИ ЛАЗЕРИ АБЛЯСИЯИ ЛАЗЕРИ МАВОДҲО

И. Сархадов, З.К. Тухлиев, Х.Г. Муроди

Дар ин мақола натиҷаҳои таҳқиқоти рақамии аблятсияи лазерӣ таҳти таъсири манбаи мавҷи лазерӣ бефосила ва импульсӣ сохти мураккаби вақтӣ дошта, ки аз ҷониби функсияи манбаъ муайян карда мешавад, пешниҳод карда шудааст. Барои ин, иқтидори нури лазер ба муодилаи гузаронандагии гармӣ ҳамчун ҳосили зарби ду функсия, ки вобастагии вақтӣ ва фазоии таъсирро ба намуна муайян мекунад, ворид карда мешавад, ки он имкони тағйир додани сохти таркибии манбаъро таъмин менамояд. Ин имкон дод, ки фарқияти таъсири шакли манбаъро ба раванди аблятсияи муайян намуда, ҳамзамон сели энергияи лазер доимӣ нигоҳ дошта шавад. Муайян карда шуд, ки дар ҳолати ҳузур доштани ҷуъи импульс дар радиатсияи лазерӣ бефосила, раванди аблятсияи лазерӣ аз ҳолати устувор мебарояд ва пас аз фосилаи муайяни вақт ба он бармегардад.

Калидвожаҳо: аблятсия, ҷараёни энергия, гузаронандагии гармӣ, манбаи радиатсия, профили ҳарорат, кратер, импульс, суръат, давомноқӣ, бухоришавӣ, ҳолатҳои устувор.

NUMERICAL SIMULATION OF THE INFLUENCE OF THE TEMPORAL SOURCE FORMATION DURING LASER ABLATION OF MATERIALS

I. Sarkhadov, Z.K. Tukhliev, H.G. Murodi

This paper presents the results of a numerical study of laser ablation under the influence of a continuous laser source and pulses with a complex temporal structure, defined by the source function. The laser intensity is introduced into the thermal conductivity equation as the product of two functions defining the temporal and spatial dependences of the effect on the sample, which may alter the structure of the source. This allowed numerical modeling to establish the difference in the impact of the source shape on the ablation process, while maintaining the same laser energy fluence. It was found that in the presence of a pulsed component in the continuous-wave laser radiation, the laser ablation process exits a steady state and returns to it after a certain time interval.

Keywords: ablation, energy fluence, thermal conductivity, radiation source, temperature profile, crater, pulse, velocity, duration, evaporation, steady states.

Введение

В последние годы импульсная лазерная абляция различных материалов привлекает все больший интерес как с точки зрения фундаментальных исследований процессов в веществе в экстремальных условиях сверхбыстрого подвода энергии (развитие неравновесной термодинамики, изучение критических явлений в сверхбыстрых процессах, лабораторное моделирование процессов в звездных атмосферах при вспышках новых и сверхновых звезд [1-6]) так и с целью применения в различных технологиях, таких как синтез новых наноматериалов, напыление тонких пленок сложных соединений, обработка и очистка поверхностей, хранение информации и многих других [2, 7, 8].

Основные уравнения

Моделирование лазерной абляции материалов проведено на основе уравнения теплопроводности со следующими начальными и граничными условиями:

$$\rho(T)c(T) \left[\frac{dT}{dt} - v(T_s) \frac{dT}{dz} \right] = \frac{d}{dz} \left(\lambda(T) \frac{dT}{dz} \right) + A(z, t), \quad 0 < z < z_{max}; \quad (1)$$

$$T(z, 0) = T_0; \quad 0 < z < z_{max} \quad \lambda(t) \frac{\partial T(z, t)}{\partial z} \Big|_{z=0} = v(T_s) L_{ev} \rho; \quad T(z_{max}, t) = T_0; \quad (2)$$

$$h = \int_0^t v(t)dt, \quad T_s = T(0, t); A(z, t) = f_1(z)f_2(t), \quad f_1(z) A_s \alpha e^{-\alpha z} e^{-\alpha_g h},$$

$$A_s = 1 - R(T_s), \quad f_2(t) = I_0 f(t), \quad \Phi = \int_0^\infty f_2(t)dt, \quad f(t) = \frac{t}{t_1} e^{-(t/t_1)} \quad (3)$$

Начальные условия (2) означают, что в начале образец находился при комнатной температуре и отсутствовал его испарение. Граничные условия (3) означают потерь тепла на первой границе из-за испарения, и отсутствие нагревания в окрестности второй границы. Такая постановка задачи справедлива для полуограниченного образца.

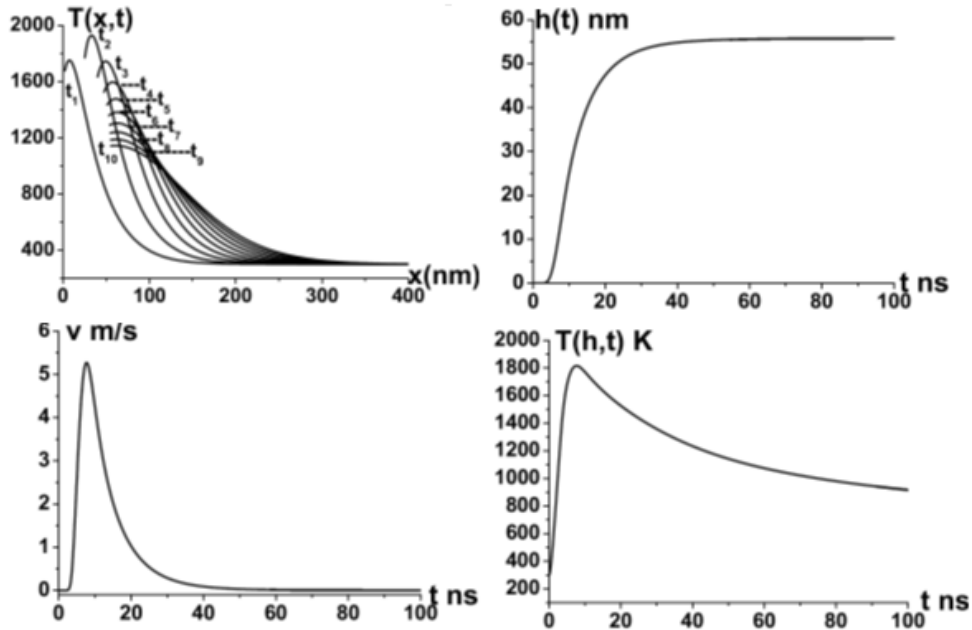


Рисунок 1 – Профили температуры образца полиимида при разных временах: $t_j = j \cdot 5 \text{ ns}$; $j = 1, 10$, динамики перемещения его границы из-за испарения, скорости перемещения его границы и его температуры на границе $x = h(t)$, при воздействии флюенса энергии $\Phi = 10^3 \text{ J/m}^2$

Обсуждение численных результатов

Численное моделирование проведено конечно-разностным методом явной схемы [11], для материала полиимида, у которого температурные зависимости теплофизических параметров имеет вид:

$$c(t) = 2550 - 1590 \cdot e^{\left(\frac{300-T}{460}\right) \frac{J}{\text{kgK}}}, \quad \lambda(t) = 0.155 \cdot (T/300)^{0.28} \frac{\text{W}}{\text{mK}}, \quad v = v_0 e^{-T_\alpha/T_s}, \quad T_\alpha = 1.57 \cdot 10^4 \text{ K}, \quad v_0 = 3 \cdot \frac{10^4 \text{ m}}{\text{s}}, \quad t_1 = 6.13 \text{ ns}.$$

На рисунке 1 приведены профили температур при разных временах, динамика перемещения границы из-за перемещения, ее скорости и температуры образца на границе $x = h(t)$ при воздействии флюенса энергии $\Phi = 10^3 \text{ J/m}^2$ на образцы полиимида.

Подобно работе [10] одним и тем же потоком энергии лазера различным образом действуем на материал, который соответствует разному выбору временной зависимости функции источника рис.2.

Приведем максимальные глубины кратера для разных источников: $h_{max}^1 = 73.51 \text{ nm}$, $h_{max}^2 = 71.62 \text{ nm}$, $h_{max}^3 = 74.37 \text{ nm}$, $h_{max}^4 = 73.43 \text{ nm}$, $h_{max}^5 = 74.23 \text{ nm}$. Эти результаты показывают, что лучше излучать материал дольше с меньшей интенсивности, чем коротко, но с большей интенсивностью. Существует оптимальная длительность действия источника для определенного флюенса энергии, при которой глубина кратера будет наибольшая. Временные зависимости этих источников имели прямоугольные формы. Из рисунка 3. видно, что при экспоненциальной форме временной зависимости источника глубина кратера при одном и том же флюенса энергии сильно отличается от случая прямоугольной формы временной зависимости источника. Следует отметить

однозначное соответствие динамики исследуемых параметров от временной формы источника, которое явно проявляется для случая 4 на рисунках 2 и 3, появлением двух отдельных откликов во всех зависимостях.

Приведем профили температур образца при временах до и после выключения источника рис.4. Как видно до выключения источника во всех графиках происходит перемещение профиля температуры, а после выключения источника перемещения профилей температуры не происходит. Это связано с испарением образца, из-за которого граница образца перемещается. После выключения источников образец охлаждается и испарение образца резко падает и перемещение границы также значительно уменьшается. Динамика профилей температур согласуется с динамикой источника. Теперь упрощаем задачу. Будем считать пар прозрачным для излучения, т.е. пусть $\alpha_g = 0$. Кроме того, предположим, поглощенная интенсивность излучения постоянна: $I_s = \text{const}$ (достаточно длинный лазерный импульс). На рис.5 приведены профили температур в разных моментах времени, динамика глубины кратера, скорости перемещения границы из-за испарения и температура образца на поверхности $x = h(t)$, когда на образец действует лазер с постоянной интенсивности $I_0 = 10^7 \text{ W/cm}^2$. Как видно из графики стационарное состояние устанавливается всего в течении 4 – 5 ns. Вблизи поверхности образца $x = h(t)$ существует область его перегрева, поскольку максимальная температура устанавливается на расстоянии $z = z_{\text{max}}$ от поверхности образца. Результаты численных расчетов приведенных на рис.6 показывают динамику этой разницы, как по температуре, так и по координате максимума температуры, занимающий несколько наносекунд.

Теперь рассмотрим, как влияет на стационарное решение внешние импульсные лазеры. Для этого на функцию $f(t) = 1$ добавим короткодействующий источник $f_1(t) = 0$, $0 < t \leq t_0$, $f_1(t) = f_2(t - t_0)$, $f_2(t) = b(1 - e^{-\alpha_1 t}) / (1 + e^{-\alpha_1(t-t_0)})$, $b = 1$, $t_0 = 10 \text{ ns}$. На рис.7 приведены динамика профили температур, перемещения границы из-за испарения, скорости перемещения и температуры образца на его поверхности при добавлении импульсного лазерного воздействия на воздействие лазера постоянной интенсивности. Из графиков видно, что при воздействии импульсного воздействия происходит дополнительный нагрев образца как на поверхности, так и внутри его скорость перемещения границы увеличивается, но после выключения источника профили температур, скорость перемещения и температура на поверхности образца вернутся к стационарному состоянию.

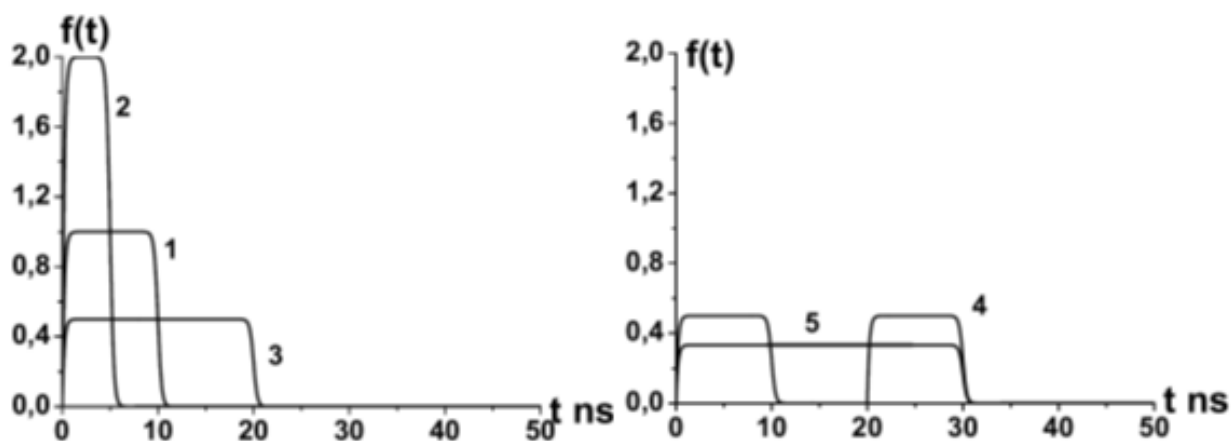


Рисунок 2 – Временные зависимости источника лазера, которые имеют одинаковые флюенсы энергии.

$f(t) = b(1 - e^{-\alpha_1 t}) / (1 + e^{-\alpha_1(t-t_0)})$, $\alpha_1 = \alpha_2 = 5$. 1) $-b = 1$, $t_0 = 10 \text{ ns}$, 2) $-b = 2$, $t_0 = 5 \text{ ns}$, 3) $-b = 0.5$, $t_0 = 20 \text{ ns}$, 4) $-b = 0.5$, $t_0 = 10 \text{ ns}$, $f_4(t) = f(t) + f_1(t)$, $f_1(t) = 0$, при $t < 20 \text{ ns}$ и $f_1 = f(t - 20 \text{ ns})$ при $t \geq 20 \text{ ns}$. 5) $-b = 1/3$, $t_0 = 30 \text{ ns}$.

На рисунке 3 приведены динамика изменения температуры на поверхности образца $T(h(t), t)$, скорости перемещения границы из-за испарения $v_{ph}(t)$ и глубина кратера $h(t)$ при действии разных источников одинаковых флюенсов ($\Phi = 10^3 \text{ J/m}^2$).

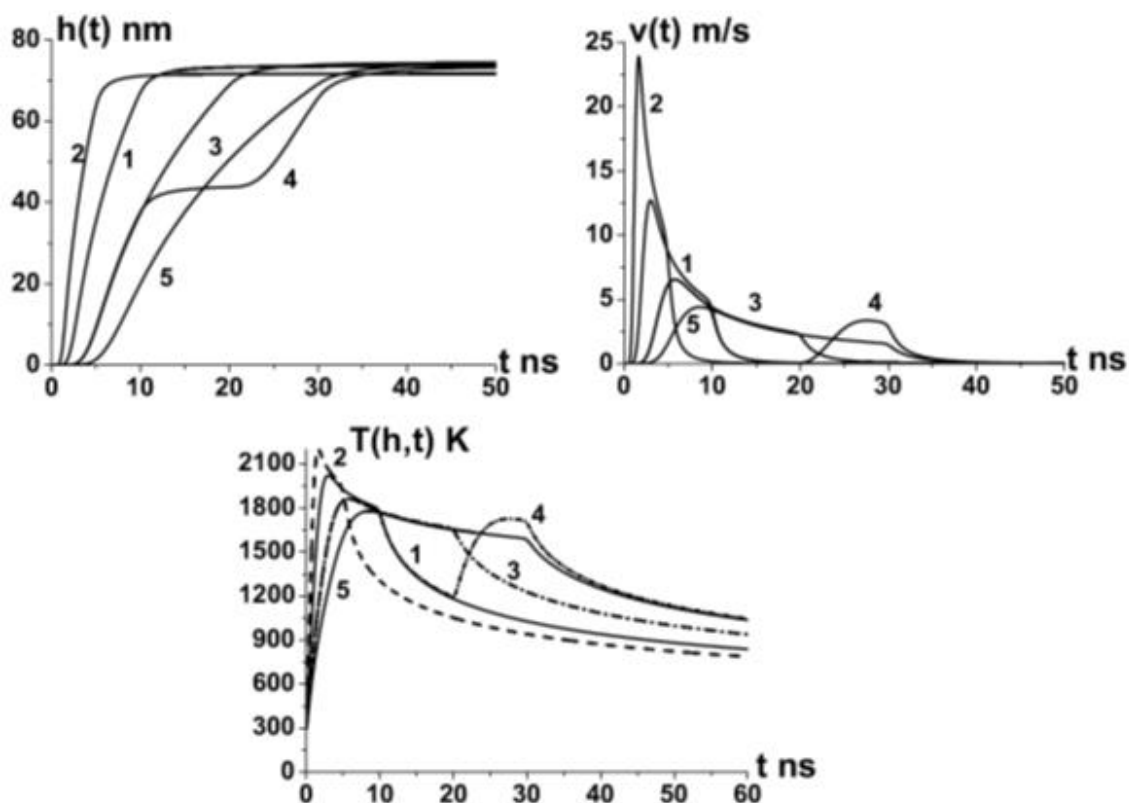


Рисунок 3 – Зависимости температуры $T(h(t), t)$, скорости границы испарения $v_{ph}(t)$ и глубина кратера $h(t)$ при действии разных форм источника приведенных на рис.2.

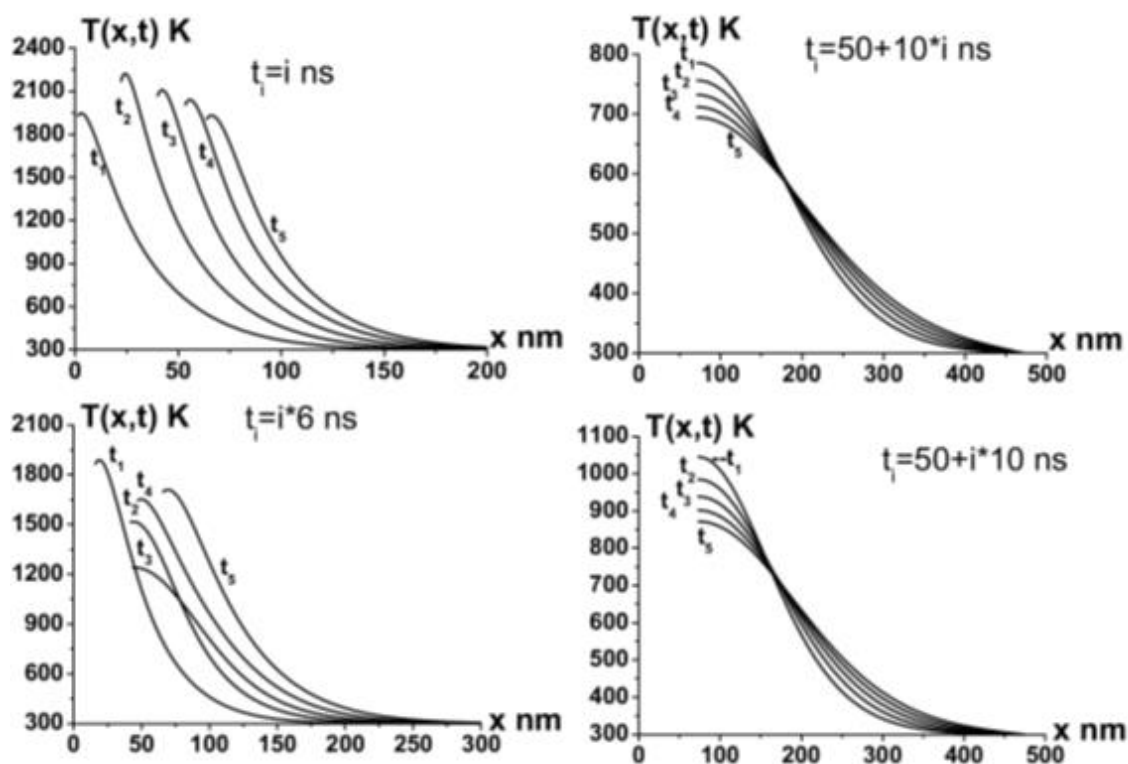


Рисунок 4 – Динамика зависимости температуры образца до (слева) и после (справа) выключения источника при разных формах источника.

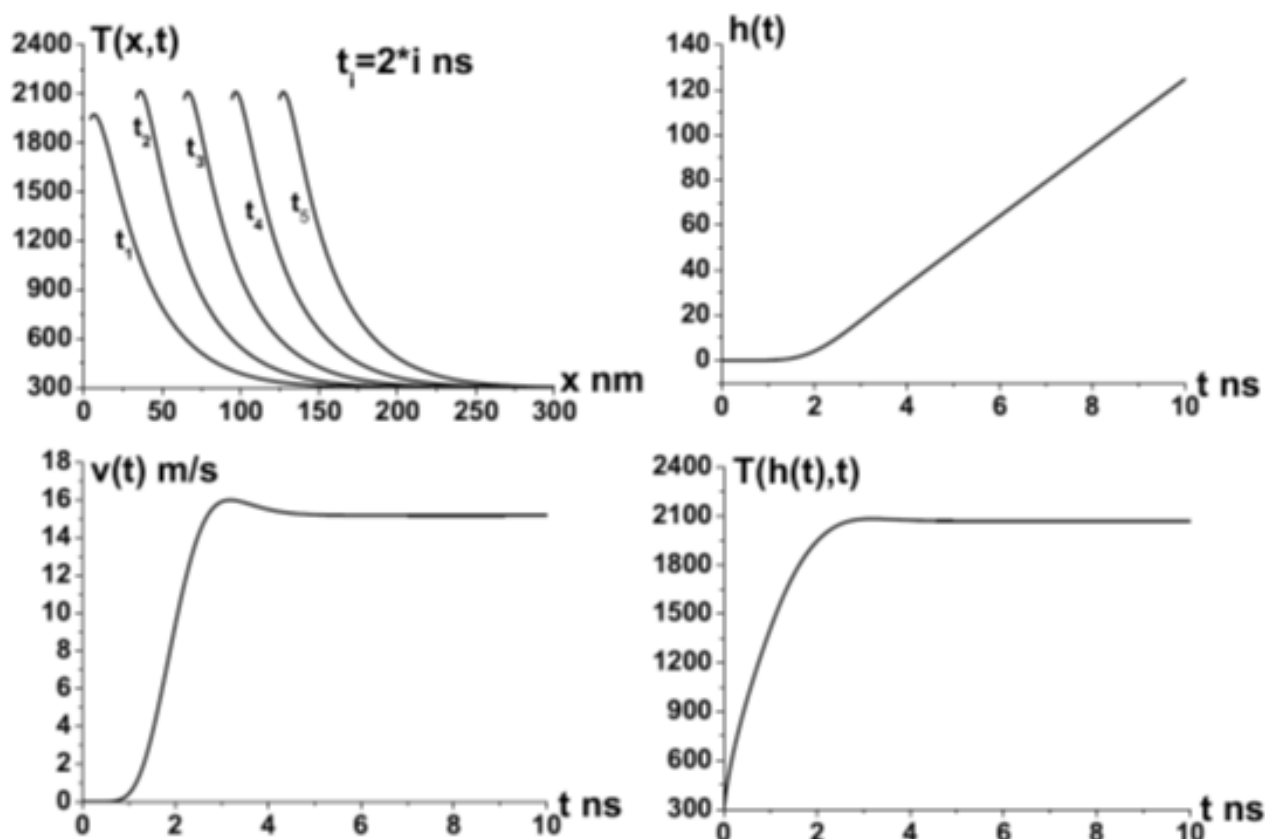


Рисунок 5 – Профили температуры образца полиимида при разных временах: $t_j = j \cdot 2$ ns; $j = 1, 5$, динамики перемещения его границы $h(t)$ из-за испарения, скорости перемещения его границы $v_{ph}(t)$ и его температуры на границе $x = h(t)$, при воздействии лазера постоянной интенсивности $I_0 = 10^7$ W/cm²

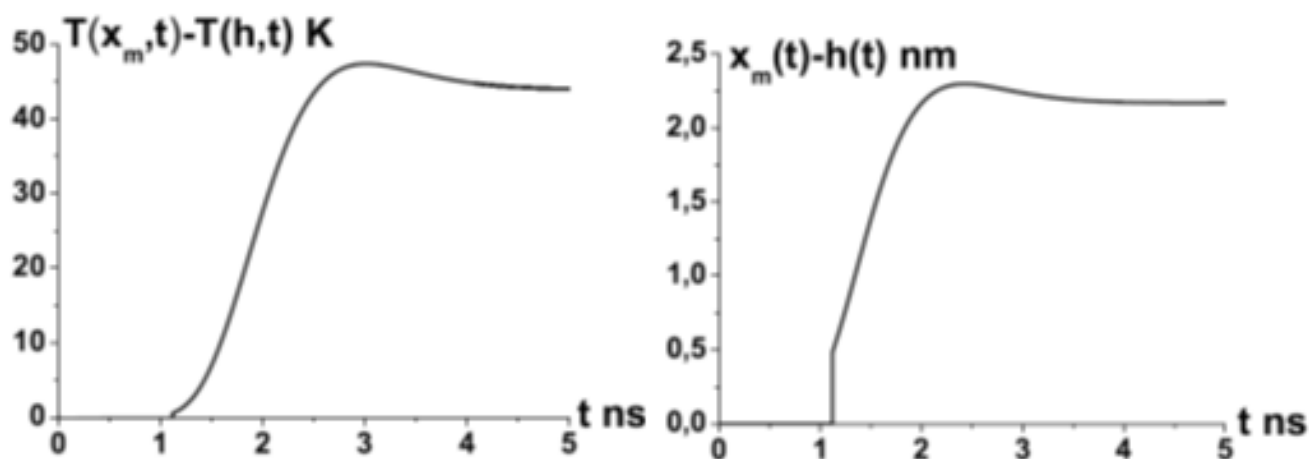


Рисунок 6 – Динамики разности максимума температуры внутри образца и температуры на его на границе $x = h(t)$ $T(x_m,t) - T(h(t),t)$, и координаты максимума температуры относительно поверхности $x = h(t)$, при воздействии лазера постоянной интенсивности $I_0 = 10^7$ W/cm².

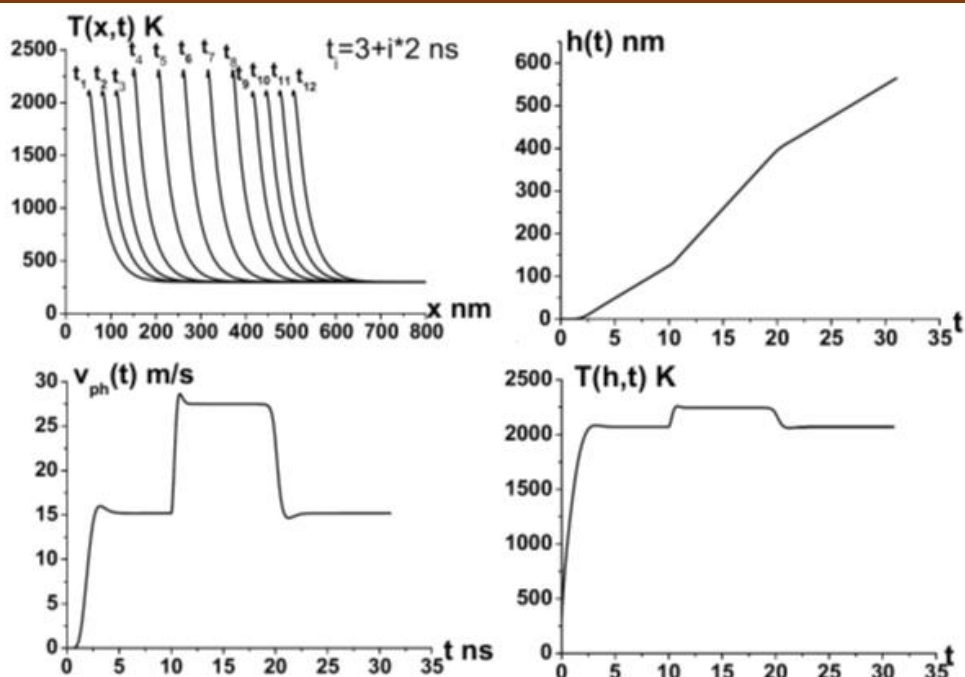


Рисунок 7 – Профили температуры образца полиимида для разных времен: $t_j = j \cdot 3 + j \cdot 2 \text{ ns}$; $j = 1, 5$, динамика перемещения границы $h(t)$ из-за испарения, скорости перемещения $v_{ph}(t)$ и температуры на границе $x = h(t)$, при наличии импульса лазерного излучения в излучении непрерывного лазера интенсивности $I_0 = 10^7 \text{ W/cm}^2$

Заключение

По результатам проведенного численного моделирования можно сформулировать выводы в следующем виде:

1. При сохранении постоянного значения потока энергии излучения, в лазерной абляции сверхкороткими импульсами, изменение временной части функции источника по-разному действует на образец.

2. При постоянной интенсивности источника, когда временная зависимость источника полагается постоянной функцией при некоторых предположениях (пренебрежение затухания интенсивности источника в паровой области $ag = 0$) наступает стационарное состояние образца.

3. В профилях температуры около границы $x = h(t)$ происходит перегрев образца, т.е. температура образца внутри его выше, чем на самой границе.

4. При добавлении импульсного воздействия на источник постоянной интенсивности образец выходит из стационарного состояния и через некоторое время возвращается на прежнее стационарное состояние.

Рецензент: Абдурасулов А.А. – д.ф.м.-н., доцент кафедры физики ТПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Захаров Л.А., Булгакова Н.М. Численное моделирование лазерной абляции металлов и полимеров при воздействии импульсами инфракрасного излучения: влияние начальной температуры образца // Журнал Вестник НГУ. Серия Физика. 2010. Том 5, № 1. С. 37. DOI: 10.54362/1818-7919-2010-5-1-37-47
2. Bauerle D. Laser Processing and Chemistry // Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag. 2000. DOI:10.1007/978-3-662-04074-4
3. Miotello A., Kelly R. Laser-Induced Phase Explosion: New Physical Problems when a Condensed Phase Approaches the Thermodynamic Critical Temperature // Appl. Phys. A. 1999, Vol. 69, P. S69. DOI: https://doi.org/10.1007/s003399900296
4. Bulgakova N. M., Bulgakov A. V., Bourakov I. M., Bulgakova N. A. Pulsed Laser Ablation of Solids and Critical Phenomena // Appl. Surf. Sci. 2002, Vol. 197–198, P.96. DOI:10.1016/S0169-4332(02)00310-0
5. Pound M. W., Kane J. O., Ryutov D. D., Remington B. A. et al. Pillars of Heaven // Astrophysics and Space Science. 2007, Vol. 307, P. 187.
6. Фортов В. Е. Мощные ударные волны и экстремальные состояния вещества // Успехи физ. наук. 2007, Т. 177, № 4, С. 347. DOI: https://doi.org/10.3367/UFNr.0177.200704c.0347

7. Meijer, J., Du, K., Gillner, A., Hoffmann, D., Masuzawa, T., Ostendorf, A., Poprawe, R., & Schulz, W. Laser Machining by Short and Ultrashort Pulses, State of the Art and New Opportunities in the Age of the Photons // In Annals of the CIRP (pp. 531-550). Ed. Edition Colibri Ltd. Uetendorf. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)61699-0](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)61699-0)
8. Zoubir A., Shah L., Richardson K., Richardson M. Practical Uses of Femtosecond Laser Micro-Materials Processing // Appl Phys A 77, 311–315 (2003). <https://doi.org/10.1007/s00339-003-2121-9>
9. Анисимов С.И., Лукьянчук Б.С. Избранные задачи теории лазерной абляции // УФН, 2002. Т. 172. №3. С. 301. DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.0172.200203b.0301>
10. И.В. Амирханов, Е.В. Земляная, И.В. Пузынин, Т.П. Пузынина, И. Сархадов. О влиянии формы источника в модели фазовых переходов в металлах, облучаемых импульсными пучками ионов. Сообщение ОИЯИ Р11-2002-78, Дубна, 2002, 18 с.
11. А.А.Самарский. Теория разностных схем. М.: Наука, 1983, с.258-276.
12. Бозоров, Ш.А., Одиназова Б.Н., Саидан Д. [и др.] Вероятностная математическая модель поверхностного дефектообразования металла с учётом влияния факторов режима обжарки / Вестник Педагогического университета. Естественные науки. - 2020. - № 1-2(5-6). - С. 120-127. EDN: EOPBVD

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

TJ	RU	EN
Сархадов Иброҳим	Сархадов Ибрагим	Sarkhadov Ibragim
н.и.ф.м.	к.ф.м.н.	PhD
Институти муштараки тадқиқоти ҳастай, ш. Дубна, Россия	Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia
E-mail: ibrohim@jinr.ru		
TJ	RU	EN
Тухлиев Зафар Қамаридинович	Тухлиев Зафар Камаридинович	Tukhliev Zafar Kamariddinovich
н.и.ф.м.	к.ф.м.н.	PhD
Институти муштараки тадқиқоти ҳастай, ш. Дубна, Россия	Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia
TJ	RU	EN
Муродӣ Ҳалимҷон Гафурзода	Муроди Халимджон Гафурзода	Murodi Halimjon Ghafurzoda
д.и.ф.м.	д.ф.м.н.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences
ДДХ ба номи академик Б.Гафуров	ХГУ имени академика Б.Гафурова	KSU named after academician B. Gafurov"
E-mail: microwavetgu@gmail.com		
ORCID Id: 0000-0001-9249-7779		

СВЯЗАННЫЕ С НЕСФЕРИЧНОСТЬЮ МОЛЕКУЛ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕНОСА В СЛОЖНЫХ ЖИДКОСТЯХ

А.А. Абдурасулов¹, Д.А. Анварзода²

¹Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАНТ

²Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

На основе полученных ранее замкнутых систем уравнения обобщённой гидродинамики для жидких систем, состоящих из жёстких молекул произвольной формы, исследованы динамические процессы переноса массы, импульса и момента импульса в простых и сложных асимметричных жидкостях. Выявлено, что учёт вращательных степеней свободы и ориентации несферических молекул в пространстве способствуют появления дополнительных коэффициентов переноса и модулей упругости в сложных жидких системах. Определены аналитические выражения, проведены численные расчёты и анализированы свойства некоторых из этих связанных с несферичностью молекул дополнительных параметров переноса в разных типах жидкостей. Показано, что характер зависимости общих и дополнительных параметров переноса от изменения термодинамических параметров состояния и частоты внешнего возмущения качественно одинаковые.

Ключевые слова: молекулярно-статистическая теория, асимметричные жидкости, явления переноса и релаксации, диффузия, вязкость, модули упругости.

БУЗУРГИҶОИ ИЛОВАГИИ ИНТИҚОЛИИ БА ҒАЙРИСФЕРӢ БУДАНИ МОЛЕКУЛАҶО АЛОҚАМАНД ДАР МОЕӢҶОИ МУРАККАБ

А.А. Абдурасулов, Д.А. Анварзода

Бо истифода аз системаҳои сарбастаи муодилаҳои гидродинамики умумикардашудаи пештар барои моеҷҳои молекулаҳои сохти шакли дилхоҳдошта падидаҳои интиқоли динамикии масса, импульс ва моменти импульс дар моеҷҳои содда ва мураккабу асимметрии тадқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки назардошти дарараҷаҳои озоди чархиш ва тамоили молекулаҳои ғайрисферӣ дар фазо боиси ҳосилшавии коэффисиентҳои иловагии интиқол ва модулиҳои чандирии ба онҳо мувофиқ дар моеҷҳои мураккаб мегарданд. Барои бузургиҳои иловагии интиқол ифодаҳои аналитикӣ ёфта шуда ҳисобкунҳои адабии баъзе аз ин бузургиҳо барои моеҷҳои гуногун ҳисоб карда шудаанд. Муқаррар карда шудааст, ки табиати вобастагии бузургиҳои умумӣ ва иловагии интиқолаз тағйирёбии параметрҳои ҳолати термодинамики ва басомади ошубҳои беруна сифатан як хел мебошанд.

Калидвожаҳо: Назарияи молекулаӣ-статистикӣ, моеҷҳои асимметрии, падидаҳои интиқол ва релаксатсия, диффузия, ҷаспакӣ, модулиҳои чандирий.

ADDITIONAL TRANSPORT PARAMETERS IN COMPLEX LIQUIDS RELATED TO THE NONSPHERICALITY OF MOLECULES

A.A. Abdurasulov, D.A. Anvarzoda

Based on the previously obtained closed systems of the equation of generalized hydrodynamics for liquid systems consisting of rigid molecules of arbitrary shape, the dynamic processes of mass and momentum transfer in simple and complex asymmetric liquids are investigated. It is revealed that the account of rotational degrees of freedom and the orientation of non-spherical molecules in space contribute to the appearance of additional transfer coefficients and elasticity modules in complex liquid systems. Analytical expressions have been determined, numerical calculations have been performed, and the properties of some of these additional transport parameters related to the non-sphericity of molecules in different types of liquids have been analyzed. It is shown that the dependence of the general and additional transport parameters on changes in the thermodynamic state parameters and the frequency of external disturbance is qualitatively the same.

Keywords: molecular-statistical theory, asymmetric liquids, transport and relaxation phenomena, diffusion, viscosity, elasticity modules.

Введение

Для теоретического описания неравновесных свойств жидкостей и газов, в том числе явлений переноса в них, можно исходить из известных законов сохранения массы, импульса и энергии [1]. Если, в уравнениях законов сохранения для потоков массы, импульса и энергии использовать известные выражения Фика, Ньютона и Фурье:

$$\vec{j}_n(\vec{x}, t) = -D \frac{\partial n(\vec{x}, t)}{\partial \vec{x}}, \quad \sigma^{\alpha\beta}(\vec{x}, t) = -\eta \frac{\partial u^{\alpha}(\vec{x}, t)}{\partial x^{\beta}} \quad \text{и} \quad \vec{S}_e(\vec{x}, t) = -\lambda \frac{\partial T(\vec{x}, t)}{\partial \vec{x}}, \quad (1)$$

получим замкнутую систему уравнения обычной гидродинамики, где значения коэффициенты переноса (D , η , λ), остаются не определёнными и механизмы происходящих в жидкостях внутренних релаксационных процессов невыясненными.

При использовании уравнения обобщённой гидродинамики [2-4], которые формулируются на основе строгих методов молекулярно-статистической теории жидкостей, соотношение между потоками и градиентами остаются такими же, как в (1), но коэффициенты переноса при этом будут определяться, как функции молекулярных и термодинамических параметров состояния жидкости, а также частоты внешнего возмущения [5]. Определённые таким образом, зависящие от частоты коэффициентов

переноса мы называли динамическими. При этом, согласно реологии жидкостей [2-4], каждому динамическому коэффициенту переноса соответствует определённый динамический модуль упругости. В частности, динамическому коэффициенту диффузии $D(v)$ соответствует динамический модуль диффузионной упругости $\mu^D(v)$, а обобщённый динамический коэффициент диффузии определяется как:

$$D(iv) = D(v) - i \frac{\mu^D(v)}{v}.$$

Здесь, v – частота динамического процесса.

В зависимости от характера термодинамических сил стимулирующие процессы переноса, даже в простых жидкостях, состоящих из сферических молекул, количество коэффициентов переноса могут быть значительно больше, чем три вышеуказанные. Например, перенос массы может быть обусловлен: градиентом плотности (самодиффузия), градиентом температуры (термодиффузия), градиентом давления (барродиффузия) и т.д. Однако, все эти коэффициенты переноса массы в простых индивидуальных жидкостях, обусловлены поступательными движениями сферических молекул и координатными градиентами неоднородностей динамических параметров жидкости. Мы называли эти коэффициенты переноса общими (обычными).

Когда молекулы жидкости являются сложными и несферическими, они кроме поступательных степеней свободы обладают вращательными и другими степенями свободы. Кроме того, для определения положения несферических молекул в пространстве возникает необходимость использования и угловых координат. Следовательно, в сложных жидкостях могут появляться, связанные с учётом других степеней свободы молекул и угловых градиентов дополнительные параметры переноса.

Целью настоящей работы является определение связанных с вращательными степенями свободы и угловыми градиентами плотности, импульса и момента импульса молекул дополнительных коэффициентов переноса в жидких системах, с жёсткими молекулами произвольной формы.

Физическая модель и аналитические результаты

В работах [6-8] метод неравновесного статистического оператора [9], была обобщена для описания явлений переноса и релаксации в сложных жидких системах, состоящих из жёстких молекул произвольной формы.

Была рассмотрена жидкая система, состоящая из N одинаковых жёстких молекул произвольной формы с массами m и моментом инерции I . Для описания состояния таких несферических молекул в фазовом пространстве, была использована набор декартовых $(x; y; z)$ и угловых $(\theta; \psi; \varphi)$ координат (углы Эйлера), а также соответствующие им компоненты импульса $\{p_{xi}; p_{yi}; p_{zi}\}$ и собственного момента импульса молекул $\{M_{xi}; M_{yi}; M_{zi}\}$. Полагался, что такие жёсткие молекулы обладают поступательными и вращательными степенями свободы свойства, которых можно описать законами классической физики. Микроскопическая модель жидкости задавался Гамильтонианом:

$$H(\vec{x}_i, \vec{\theta}_i, \vec{p}_i, \vec{M}_i) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{p}_i^2}{2m} + \frac{\vec{M}_i^\alpha \vec{M}_i^\beta}{2I_{\alpha\beta}} + \sum_{i \neq j=1}^N \Phi_{ij}(\vec{x}_{ij}, \vec{\theta}_i, \vec{\theta}_j) \right), \quad (2)$$

где: $\Phi_{ij}(\vec{x}_{ij}, \vec{\theta}_i, \vec{\theta}_j)$ – парный, но несферический потенциал взаимодействия молекул жидкости; $\vec{p}_i^\alpha = p_i^\alpha - m u^\alpha(\vec{x}, t)$ и $\vec{M}_i^\alpha = M_i^\alpha - I_{\alpha\beta} \omega^\beta(\vec{x}, t)$ – импульс и момент импульса молекул в сопровождающий жидкость системе координат; $u^\alpha(\vec{x}, t)$ и $\omega^\beta(\vec{x}, t)$ – скоростей поступательного и вращательного движения макроскопического элемента жидкости. Уравнения движения молекул в фазовом пространстве были представлены уравнениями движения в Гамильтоновой форме: $\dot{\vec{x}}_i = \frac{\partial H}{\partial \vec{p}_i}$, $\dot{\vec{p}}_i = -\frac{\partial H}{\partial \vec{x}_i} = \sum_{j \neq i=1}^N \vec{F}_{ij}$;

$$\dot{\vec{\theta}}_i = \hat{A} \frac{\partial H}{\partial \vec{M}_i}, \quad \dot{\vec{M}}_i = -\hat{B} \frac{\partial H}{\partial \vec{\theta}_i} = \sum_{j \neq i=1}^N \vec{N}_{ij}; \quad \text{и } \vec{F}_{ij} = -\vec{F}_{ji}; \quad \vec{N}_{ij} = -\vec{N}_{ji} - [\vec{x}_{ij} \vec{F}_{ij}].$$

Неравновесное состояние жидкой системы определялся набором как сохраняющихся $\hat{P}_m$, так и несохраняющихся динамических величин $\hat{J}_m^\alpha$ (в основном потоки переноса сохраняющихся величин $\hat{P}_m$) локальные плотности, которых определялись как:

$$\left\{ \begin{aligned} \hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta}) &= \sum_i \{ P_{mi}^\alpha \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \delta(\vec{\theta} - \vec{\theta}_i), \\ \hat{J}_m(\vec{x}, \vec{\theta}) &= \sum_i \{ J_{mi}^\alpha \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \delta(\vec{\theta} - \vec{\theta}_i), \end{aligned} \right. \quad (3)$$

где, P_{mi}, J_{mi} – микроскопические выражения соответствующих динамических величин.

В литературе [9] уравнения изменения $\hat{P}_m$ по времени, записаны в виде обобщённых законов сохранения типа $\frac{\partial \hat{P}_m}{\partial t} = -\frac{\partial \hat{J}_m^\alpha}{\partial x^\alpha} + \hat{I}_m$, где $\hat{J}_m^\alpha$ - плотность потока переноса $\hat{P}_m$, а $\hat{I}_m$ - внутренний источник изменения $\hat{P}_m$. Если, $\hat{P}_m$ сохраняющиеся динамическая величина, $\hat{I}_m \equiv 0$. В [9] в качестве динамических величин характеризующих неравновесное состояние жидкости использованы только сохраняющиеся динамические величины.

В наших работах [3-5], с целью обобщения метода НФР [9] для описания динамических процессов переноса в сложных асимметричных жидкостях число динамических величин, характеризующих неравновесное состояние жидкой системы, были значительно увеличены. В качестве характеристики неравновесного состояния жидкости был использован набор

сохраняющихся $\hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta})$		несохраняющихся динамических величин $\hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta})$.						
$\hat{H}$	$\hat{n}$	$\hat{J}_t^\alpha$	$\hat{J}_r^\alpha$	$\hat{P}_t^{\alpha\beta}$	$\hat{P}_r^{\alpha\beta}$	$\hat{P}_{tr}^{\alpha\beta}$	$\hat{S}_t^\gamma$	$\hat{S}_r^\gamma$
а также соответствующие этим динамическим величинам неизвестные макроскопические множители $F_m(\vec{x}, t)$								
β	$\nu = \beta\mu$	d_t^α	d_r^α	$\xi_t^{\alpha\beta}$	$\xi_r^{\alpha\beta}$	$\xi_{tr}^{\alpha\beta}$	q_t^α	q_r^α

Здесь: $\hat{H}$ и $\hat{n}$ динамические плотности энергии и число частиц; $\hat{J}_t^\alpha, \hat{J}_r^\alpha, \hat{P}_t^{\alpha\beta}, \hat{P}_r^{\alpha\beta}, \hat{P}_{tr}^{\alpha\beta}$ и $\hat{S}_t^\gamma, \hat{S}_r^\gamma$ - потоки массы, импульса, момента импульса и энергии, обусловленные трансляционными (t) и вращательными (r) степенями свободы молекул и их взаимодействиями (tr); $F_m(\vec{x}, t)$ - неизвестные макроскопические множители, значения которых определялись исходя из условия $\langle \hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta}) \rangle_f = \langle \hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta}) \rangle_L$.

Наши исследования показали, что для уравнений баланса всех несохраняющихся динамических величин (динамических потоков) источник $\hat{I}_m$ имеет релаксационный характер. С учётом этого уравнения изменения сохраняющихся и несохраняющихся динамических величин были записаны отдельно в виде:

$$\frac{\partial \hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta})}{\partial t} + \vec{\nabla}_{\vec{x}, \vec{\theta}} \hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta}) = 0, \quad (4.a)$$

$$\frac{\partial \hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta})}{\partial t} = \hat{A}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta}) + \hat{I}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta}). \quad (4.6)$$

где: $\hat{A}_{m,t,r} = -M_{t,r,tr} \vec{\nabla}_{\vec{x}, \vec{\theta}} \hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta})$ и $\hat{I}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta}) = -\frac{\hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta})}{\tau_{m,t,r,tr}}, \quad (5)$

- гидродинамические и релаксационные источники изменения несохраняющихся динамических величин $\hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta})$; $\vec{\nabla}_{\vec{x}, \vec{\theta}} \hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta}) = \vec{\nabla}_{\vec{x}} \hat{J}_{m,t} + \vec{\nabla}_{\vec{\theta}} \hat{J}_{m,r}$, а $\vec{\nabla}_{\vec{x}} = \frac{\partial}{\partial \vec{x}}$, $\vec{\nabla}_{\vec{\theta}} = \frac{\partial(a^{\alpha\beta})}{\partial \theta^\beta}$, - пространственные и угловые градиенты; $\hat{J}_{m,t}$ и $\hat{J}_{m,r}$ - потоки переноса $\hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta})$ - обусловленные трансляционными (t) и вращательными (r) степенями свободы молекул; $M_{t,r,tr}$ - соответствующие модули упругости, а $\tau_{m,t,r,tr}$ - характерные времена релаксации, происходящих в жидкости внутренних термических релаксационных процессов.

Запись обобщённых законов сохранения динамических величин, характеризующих неравновесное состояние жидкой системы в виде (4)-(5) имеют ряд удобства. Например, при стационарных процессах, где $\frac{\partial \hat{J}_{m,t,r}(\vec{x}, \vec{\theta})}{\partial t} = 0$, для соответствующих потоков из (4.6) получим выражение:

$$\hat{J}_{m,t,r} = -\tau_{m,t,r,tr} M_{t,r,tr} \vec{\nabla}_{\vec{x}, \vec{\theta}} \hat{P}_m, \quad (6)$$

- которое подтверждает, что $M_{t,r,tr}$ - являются обобщёнными модулями упругости, а $\tau_{m,t,r,tr} M_{t,r,tr}$ - обобщёнными коэффициентами переноса. Подставляя (6) в (4a) получим известный закон диффузионного переноса сохраняющиеся динамической величины $\hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta})$ в рамках обычной гидродинамики.

Если, записывать общего решения (4.6) с учётом (5) в Фурье-образах в виде $\hat{J}_{mt,r}(v) = -\frac{\tau_{mt,r,tr} M_{t,r,tr}}{1+iv\tau_{mt,r,tr}} \vec{\nabla}_{\vec{x},\vec{\theta}} \hat{P}_m(v)$, подставляя, которого в (4.а) получим уравнения переноса сохраняющихся динамических величин $\hat{P}_m(v)$ в виде:

$$(1 + iv\tau_{mt,r,tr}) \frac{\partial \hat{P}_m(v)}{\partial t} = \tau_{mt,r,tr} M_{t,r,tr} \left(\vec{\nabla}_{\vec{x},\vec{\theta}} \right)^2 \hat{P}_m(v). \quad (7)$$

Согласно (7) при низкочастотных процессах (когда $v\tau_{mt,r,tr} \rightarrow 0$) динамический процесс переноса величины $\hat{P}_m(v)$ характеризуется обобщёнными коэффициентами переноса $D_{t,r,tr} = \tau_{mt,r,tr} M_{t,r,tr}$, механизм переноса является диффузионным, а уравнение переноса дифференциальным уравнением второго порядка в частных производных параболического типа. При высокочастотных динамических процессах ($v\tau_{mt,r,tr} \rightarrow \infty$) динамический процесс переноса величины $\hat{P}_m(v)$ характеризуется обобщённым модулем упругости $M_{t,r,tr}$, механизм переноса становится волновым, а уравнение переноса дифференциальным уравнением второго порядка в частных производных гиперболического типа [10]. Следовательно, в данном подходе диффузионно-волновые механизмы переноса содержатся в исходных выражениях.

В рамках этой схемы, для НФР молекул жидкости было получено компактное обобщённое выражение:

$$f(t) = f_L \left\{ 1 - \phi^t - \sum_m \iint d\vec{x} d\vec{\theta} \int_{-\infty}^0 e^{\varepsilon t_1} (F_{mt,r,tr}(\vec{x}, t + t_1) \tilde{I}_{mt,r,tr}(\vec{x}, \vec{\theta}, t_1)) dt_1 \right\}, \quad (8)$$

где через релаксационные источники $\tilde{I}_{mt,r,tr}$ учитывались вклады релаксации потоков в динамические коэффициенты переноса. Здесь:

$$f_L = f_0 \left[1 - \phi - d_t^\alpha(\vec{x}, t) \tilde{J}_t^\alpha(t) - d_r^\alpha(\vec{x}, t) \tilde{J}_r^\alpha(t) - \xi_t^{\alpha\beta}(\vec{x}, t) \tilde{P}_t^{\alpha\beta}(t) - \xi_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, t) \tilde{P}_{tr}^{\alpha\beta}(t) - \xi_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, t) \tilde{P}_r^{\alpha\beta}(t) - q_t^\alpha(\vec{x}, t) \tilde{S}_t^\alpha(t) - q_r^\alpha(\vec{x}, t) \tilde{S}_r^\alpha(t) \right] \quad (9)$$

- локально-равновесная функция распределения молекул, а f_0 – функция большого канонического распределения Гиббса. Параметры ϕ и ϕ^t учитывают вклады локально-равновесных и неравновесных флуктуации сохраняющихся динамических величин ($\hat{n}(\vec{x}, \vec{\theta})$ и $\hat{H}(\vec{x}, \vec{\theta})$) в динамические процессы переноса, и выражения которых приведены в [8].

В нашей модели имеются две сохраняющиеся динамические величины - $\hat{H}$ и $\hat{n}$. В рассматриваемом нами модель жидкости импульс молекул не сохраняется, сохраняется полный момент импульса молекул. В рамках данной работе динамические процессы переноса энергии (тепла) и термоупругие свойства жидкостей не рассматриваются. Поэтому рассмотрим только динамические процессы переноса массы, импульса и момента импульса в жидких системах с произвольными формами молекул.

Согласно определения (3) динамическая плотность число частиц определяется выражением:

$$\hat{n}(\vec{x}, \vec{\theta}) = \sum_i^N \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \delta(\vec{\theta} - \vec{\theta}_i), \quad (10)$$

Дифференцируя (10) по времени и усредняя результат по статистическому ансамблю (8) для закона сохранения, число частиц (массы) получим уравнение

$$\frac{\partial n(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\partial t} + \frac{\partial (J_t^\alpha(\vec{x}, \vec{\theta}, t) + u^\alpha(\vec{x}, t) n(\vec{x}, \vec{\theta}, t))}{\partial x^\alpha} + \frac{\partial (a^{\alpha\beta}(J_r^\alpha(\vec{x}, \vec{\theta}, t) + \omega^\beta(\vec{x}, t) n(\vec{x}, \vec{\theta}, t)))}{\partial \theta^\alpha} = 0, \quad (11)$$

$$\text{где } J_t^\alpha(\vec{x}, \vec{\theta}, t) = \langle \sum_{i=1}^N \frac{\vec{p}_i^\alpha}{m} \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \delta(\vec{\theta} - \vec{\theta}_i) \rangle_L; J_r^\alpha(\vec{x}, \vec{\theta}, t) = \langle \sum_{i=1}^N \frac{\vec{M}_i^\beta}{I_{\alpha\beta}} \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \delta(\vec{\theta} - \vec{\theta}_i) \rangle_L, \quad (12)$$

- значения вектора потоков число частиц (массы), обусловленные поступательными (t) и вращательными (r) степенями свободы несферических молекул.

В таком виде система уравнения (11), (12) являются не замкнутыми, входящие в них потоки J_t^α и J_r^α не выражены через n . Чтобы определить значения потоков J_t^α и J_r^α в любой момент времени, необходимо знать закономерность их изменения по времени. Дифференцируя (12) по времени, получим уравнения временной эволюции этих потоков, но они также будут незамкнутыми. В них будут входить потоки переноса импульса и момента импульса $P_t^{\alpha\beta} = -\sigma_t^{\alpha\beta} + \delta^{\alpha\beta} P_t$, $\hat{P}_r^{\alpha\beta} = -\sigma_r^{\alpha\beta} + \delta^{\alpha\beta} P_r$, $\hat{P}_{tr}^{\alpha\beta} = -\sigma_{tr}^{\alpha\beta}$, где:

$$P_t^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t) = \left\langle \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{p}_i^\alpha \vec{p}_i^\beta}{m} + \frac{1}{2} \sum_{i \neq j}^N F_{ij}^\alpha x_{ij}^\beta \right) \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}) \right\rangle_L;$$

$$P_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t) = \langle \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{M}_i^{\alpha} \vec{M}_i^{\beta}}{I_{\beta\gamma}} + \frac{1}{2} \sum_{i \neq j}^N N_{ij}^{1\alpha} b_i^{\beta\gamma} \theta_{ij}^{\gamma} \right) \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}) \rangle_L; \quad (13)$$

$$P_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t) = \langle \sum_{i=1}^N \frac{\vec{P}_i^{\alpha} \vec{M}_i^{\beta}}{I_{\beta\gamma}} \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}) \rangle_L;$$

В уравнениях для тензоров $P^{\alpha\beta}$ будут входить тензора переноса более высокого порядка. Обрывая цепочку на тензорах переноса третьего ранга выразив их через тензоры первого ранга [11] получим замкнутую систему уравнения обобщённой гидродинамики для динамического процесса переноса массы, импульса и момента импульса жидкости. Значения входящих в (8) и (9) неизвестные макроскопические величины, были определены из условия $\langle \hat{J}_{mt,r}(\vec{x}, \vec{\theta}) \rangle_f = \langle \hat{J}_{mt,r}(\vec{x}, \vec{\theta}) \rangle_L$, и в рамках вышеизложенной схеме, в приближении независимости потоков были получены относительно простые выражения:

$$d_t^{\beta}(\vec{x}, t) = \frac{-J_t^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle J_t^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{J}_t^{\beta}(t) \rangle_0}; \quad d_r^{\beta}(\vec{x}, t) = \frac{-J_r^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle J_r^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{J}_r^{\beta}(t) \rangle_0}; \quad q_t^{\beta}(\vec{x}, t) = \frac{-S_t^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle \hat{S}_t^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{S}_t^{\beta}(t) \rangle_0}; \quad q_r^{\beta}(\vec{x}, t) = \frac{-S_r^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle \hat{S}_r^{\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{S}_r^{\beta}(t) \rangle_0};$$

$$\xi_t^{\gamma\sigma}(\vec{x}, t) = \frac{\sigma_t^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle \bar{P}_t^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{P}_t^{\gamma\sigma}(t) \rangle_0}; \quad \xi_r^{\gamma\sigma}(\vec{x}, t) = \frac{\sigma_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle \bar{P}_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{P}_r^{\gamma\sigma}(t) \rangle_0}; \quad \xi_{tr}^{\gamma\sigma}(\vec{x}, t) = \frac{\sigma_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\langle \bar{P}_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) \bar{P}_{tr}^{\gamma\sigma}(t) \rangle_0}.$$

В линейном приближении по отклонениям термодинамических параметров состояния жидкости от их равновесного значения и пренебрежении влияния диффузионных, термоупругих и вязкоупругих свойств жидкостей друг на друга, полученные системы уравнения обобщённой гидродинамики становились замкнутыми и принимали простой и компактный вид [7,8]

$$(1 + iv\tau_t)J_t^{\alpha} + \sqrt{\frac{I}{m}} \frac{\tau_t}{\tau_{tr}} J_r^{\alpha} = \tau_t A_t^{\alpha}; \quad J_r^{\alpha}(1 + iv\tau_r) + \sqrt{\frac{m}{I}} \frac{\tau_r}{\tau_{tr}} J_t^{\alpha} = \tau_r A_r^{\alpha};$$

$$\sigma_t^{\alpha\beta}(1 + iv\tau_{tt}) + \frac{1}{2} \frac{\tau_{tt}}{\tau_{tr}} \sqrt{\frac{I}{m}} \sigma_{tr}^{\alpha\beta} = \tau_{tt} A_t^{\alpha\beta}; \quad \sigma_r^{\alpha\beta}(1 + iv\tau_{rr}) + \frac{1}{2} \frac{\tau_{rr}}{\tau_{tr}} \sqrt{\frac{I}{m}} \sigma_{tr}^{\alpha\beta} = \tau_{rr} A_r^{\alpha\beta} \quad (14)$$

$$\sigma_{tr}^{\alpha\beta}(1 + iv\tau_{tr}) + \frac{3}{10} \sqrt{\frac{m}{I}} \frac{\tau_{tr}}{\tau_{tr}} (\sigma_t^{\mu\nu} + \sigma_r^{\mu\nu}) = 0.$$

где:

$$A_t^{\alpha} = -n \frac{du^{\alpha}}{dt} - \mu_t^D \frac{\partial n}{\partial x^{\alpha}} - \mu_t^{TD} \frac{\partial T}{\partial x^{\alpha}}; \quad A_r^{\alpha} = -n \frac{d\omega^{\alpha}}{dt} - \mu_r^D \frac{\partial}{\partial \theta^{\gamma}} (a^{\alpha\gamma} n) - \mu_r^{TD} \frac{\partial}{\partial \theta^{\gamma}} (a^{\alpha\gamma} T);$$

$$A_t^{\alpha\beta} = -\mu_t^t s \left\{ \frac{\partial u^{\alpha}}{\partial x^{\beta}} \right\} - \mu_t^t v \delta^{\alpha\beta} \left\{ \frac{\partial u^{\gamma}}{\partial x^{\gamma}} \right\} - \mu_{bv}^t \delta^{\alpha\beta} \frac{\partial (a^{\gamma\rho} \omega^{\rho})}{\partial \theta^{\gamma}} - \mu_{bs}^t \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} (rot \vec{u})^{\gamma} \quad (15)$$

$$A_r^{\alpha\beta} = -\mu_r^r s \left\{ \frac{\partial u^{\alpha}}{\partial x^{\beta}} \right\} - \mu_r^r v \delta^{\alpha\beta} \left\{ \frac{\partial u^{\gamma}}{\partial x^{\gamma}} \right\} - \mu_{rv}^r \delta^{\alpha\beta} \frac{\partial (a^{\gamma\rho} \omega^{\rho})}{\partial \theta^{\gamma}} - \mu_{rs}^r \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} (rot \vec{u})^{\gamma},$$

- соответствующие гидродинамические источники; а

$$M_t^D = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial P_t}{\partial n} \right)_T; \quad M_t^{TD} = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial P_t}{\partial T} \right)_n; \quad M_r^D = \frac{1}{I} \left(\frac{\partial P_r}{\partial n} \right)_T; \quad M_r^{TD} = \frac{1}{I} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n$$

$$\mu_{ts}^t = \left[P_t - \frac{P_t}{c_v} \left(\frac{\partial P_t}{\partial T} \right)_n \right]; \quad \mu_{tv}^t = \left[\frac{5}{2} P_t - n \left(\frac{\partial P_t}{\partial n} \right)_T - \frac{(e+P_t)}{c_v} \left(\frac{\partial P_t}{\partial T} \right)_n \right];$$

$$\mu_{ts}^r = \frac{1}{2} \frac{P_t}{c_v} \left(\frac{\partial P_t}{\partial T} \right)_n \quad \mu_{rv}^r = \left[P_t - n \left(\frac{\partial P_t}{\partial n} \right)_T - \frac{e}{c_v} \left(\frac{\partial P_t}{\partial T} \right)_n \right] \quad (16)$$

$$\mu_{ts}^r = \frac{P_t}{c_v} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n; \quad \mu_{tv}^r = \left[P_r - n \left(\frac{\partial P_r}{\partial n} \right)_T - \frac{(e+P_t)}{c_v} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n \right]$$

$$\mu_{rs}^r = \frac{1}{2} \frac{P_t}{c_v} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n; \quad \mu_{rv}^r = \left[P_r - n \left(\frac{\partial P_r}{\partial n} \right)_T + \frac{e}{c_v} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n \right]$$

- соответствующие модули упругости;

$$\tau_t = \frac{m}{\beta_t} = \frac{3mk_6 T}{\int_0^t dt' \langle F(0)F(t') \rangle_0}; \quad \tau_r = \frac{m}{\beta_r} = \frac{3Ik_6 T}{\int_0^t dt' \langle N(0)N(t') \rangle_0}; \quad \tau_{tr} = \frac{\sqrt{Im}}{\beta_{tr}} = \frac{3\sqrt{mIk_6 T}}{\int_0^t dt' \langle F(0)N(t') \rangle_0}; \quad \tau_{tr} = \frac{4\tau_t \tau_r}{\tau_t + \tau_r} \quad (17)$$

- характерные времена релаксации, и $\tau_{tt} = \frac{5}{3} \tau_t$, $\tau_{rr} = \frac{5}{3} \tau_r$; $\vec{F} = -\frac{\partial \Phi_{ij}(\vec{x}_{ij}, \vec{\theta}_{ij})}{\partial \vec{x}_{ij}}$ и $\vec{N} = -\frac{\partial \Phi_{ij}(\vec{x}_{ij}, \vec{\theta}_{ij})}{\partial \vec{\theta}_{ij}}$ - действующие на молекулы силы и момент сил;

$$e(T, n) = \langle \hat{H}(\vec{x}, \vec{\theta}) \rangle_o = 3nk_B T + \frac{n^2}{2} \int \Phi_{ij}(x_{ij}) g_o(x_{ij}, \theta_{ij}) d\vec{x}_{ij}$$

$$\left. \begin{matrix} P_t(T, n) \\ P_r(T, n) \end{matrix} \right\} = \frac{1}{3} \left\{ \langle \hat{P}_t^{\alpha\alpha}(\vec{x}, \vec{\theta}) \rangle_o \right\} = nk_B T - \frac{n^2}{6} \int \left\{ \frac{\frac{\partial \Phi_{ij}(x_{ij}, \theta_{ij})}{\partial x_{ij}} x_{ij}}{\bar{B} \frac{\partial \Phi_{ij}(x_{ij}, \theta_{ij})}{\partial \theta_{ij}} \theta_{ij}} \right\} g_o(x_{ij}, \theta_{ij}) d\vec{x}_{ij} d\vec{\theta}_{ij}, \quad (18)$$

- значения плотности внутренней энергии и давления жидкости, фактически калорические и термические уравнения состояния жидкости.

Так как исследование динамических процессов переноса тепла и термоупругие свойства жидкостей не предусматриваются, в системах уравнений обобщённой гидродинамики (14) уравнения для компонент вектора потоков переноса энергии (тепла) $\vec{S}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)$ не приведены.

Система уравнения (14) вместе с выражениями (15)-(18), представляют замкнутую систему уравнения обобщённой гидродинамики, позволяющую исследовать динамические процессы переноса массы, импульса и момент импульса в жидких системах с произвольными формами молекул. Здесь, задача исследования динамических процессов переноса фактически сведена к задаче выбора потенциала парного взаимодействия $\Phi_{ij}(x_{ij}, \theta_{ij})$ и равновесной радиальной функции распределения молекул $g_o(x_{ij}, \theta_{ij})$ для исследуемого класса жидкостей.

Системы уравнения обобщённой гидродинамики (14) являются относительно простыми системами алгебраических уравнений первого порядка для компонент векторов потока переноса массы (j^α , первые два уравнения) и для компонент тензоров переноса импульса и момента импульса ($\sigma^{\alpha\beta}$, три последние уравнения), обусловленные поступательными (t), вращательными (r) степенями свободы молекул, а также их взаимодействиями (tr). Системы уравнения (14) можно легко решать алгебраическими методами, можно не решая упростить и использовать их для исследования динамических процессов переноса в конкретных жидких системах.

В частности, для жидких систем, где обмен энергия между одинаковыми степенями свободы молекул происходит быстрее, чем обмен энергия между различными степенями свободы, (т.е. где выполняется условия $\frac{\tau_t}{\tau_{tr}}, \frac{\tau_r}{\tau_{tr}} \ll 1$), системы уравнения (14) значительно упрощаются и принимают вид:

$$J_t^\alpha = \frac{\tau_t A_t^\alpha}{(1 + i\nu\tau_t)}; \quad J_r^\alpha = \frac{\tau_r A_r^\alpha}{(1 + i\nu\tau_r)}; \quad (19)$$

$$\sigma_t^{\alpha\beta} = \frac{\tau_{tt} A_t^{\alpha\beta}}{(1 + i\nu\tau_{tt})}; \quad \sigma_r^{\alpha\beta} = \frac{\tau_{rr} A_r^{\alpha\beta}}{(1 + i\nu\tau_{rr})}; \quad \sigma_{tr}^{\alpha\beta} = 0. \quad (20)$$

Видно, что в этом простом случае переносы массы и импульса трансляционными потоками в пространстве координат и вращательными потоками в пространстве углов происходят независимо друг от друга.

Полагаем, что первые выражения (19) и (20) в которых определяющий роль играют только трансляционные релаксационные процессы, позволяют описать процессы переноса в простых жидкостях, состоящих из гладких сферических молекул. Вторые выражения (16) и (17) в которых определяющий роль играют только вращательные релаксационные процессы, могут описать ориентационные процессы переноса в жидкостях, состоящих из стержнеобразных молекул (простые модели нематических жидких кристаллов (НЖК)).

Даже в этом относительно простом случае согласно выражений (19), (20) и (15) жидкие системы с произвольными формами молекул имеют 6 различных значений обобщённых коэффициентов диффузии и 8 значения обобщённых коэффициентов вязкости. Процессы переноса сопровождаются трансляционными и вращательными релаксационными процессами с характерными временами релаксации τ_t и τ_r . Очевидно, что входящие во - вторые выражения (19), (20) коэффициенты переноса и модули упругости являются дополнительными – связанными с вращательными степенями свободы и угловыми градиентами параметров переноса жидкостей. Кроме того и в первых выражениях (19), (20) могут входить связанные с угловыми градиентами коэффициенты переноса (см. выражение (15) для $A_t^{\alpha\beta}$).

Далее с целью сокращения объема и упрощении анализа результатов рассмотрим только вязкоупругие параметры переноса жидкостей. Тогда, согласно выражения (15) и (20) простые жидкости, состоящие из сферических молекул имеют только две - сдвиговое ($\eta_{s\,tt}$) и объёмное ($\eta_{v\,tt}$) коэффициенты вязкости и соответствующие им две динамических модулей упругости (μ_{ts}^t и μ_{tv}^t):

$$\eta_{s\,tt}(v) = \frac{\mu_{ts}^t \tau_{tt}}{1 + (v\tau_{tt})^2}; \quad \eta_{v\,tt}(v) = \frac{\mu_{tv}^t \tau_{tt}}{1 + (v\tau_{tt})^2}; \quad \mu_{ts}^t(v) = \frac{\mu_{ts}^t (v\tau_{tt})^2}{1 + (v\tau_{tt})^2}; \quad \mu_{tv}^t(v) = \frac{\mu_{tv}^t (v\tau_{tt})^2}{1 + (v\tau_{tt})^2}. \quad (21)$$

В этом же приближение согласно выражения (15) и (20) жидкие системы, состоящие из стержнеобразных молекул имеют четыре связанные с вращательными степенями свободы и угловыми градиентами ориентационных динамических коэффициентов вязкости и соответствующие им четыре динамических модули упругости:

$$\eta_{11}(v) = \frac{\tau_{rr} K_{11}}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad \eta_{22}(v) = \frac{\tau_{rr} K_{22}}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad \eta_{33}(v) = \frac{\tau_{rr} K_{33}}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad \eta_V^r(v) = \frac{\tau_{rr} K_V^r}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad (22a)$$

$$K_{11}(v) = \frac{(v\tau_{rr})^2 K_{11}}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad K_{22}(v) = \frac{(v\tau_{rr})^2 K_{22}}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad K(v) = \frac{(v\tau_{rr})^2 K_{33}}{1 + (v\tau_{rr})^2}, \quad K_V^r(v) = \frac{(v\tau_{rr})^2 K_V^r}{1 + (v\tau_{rr})^2}. \quad (22b)$$

Выражения (22) являются связанные с несферичностью молекул дополнительные вязкоупругие коэффициенты жидкостей, состоящих из стержнеобразных молекул. В литературе ориентационные модули упругости K_{jj} характеризуются как ориентационные модули упругости НЖК при деформациях типа поперечного сгиба K_{11} (splay), кручения K_{22} (torsion) и продольного изгиба K_{33} (bend). Выражения для этих модулей упругости приведены в (16) и адаптированные их для описания ориентационных упругих свойств НЖК в [13].

Согласно (22), при низкочастотных ($v\tau_{tt} \rightarrow 0$) динамических процессах ориентационные вязкоупругие свойства НЖК характеризуется низкочастотными значениями обобщённых коэффициентов вязкости $\eta_{mm}(0) = \tau_{rr} K_{mm}$, $K_{mm}(0) = 0$, а при высокочастотных динамических процессах высокочастотными значениями ориентационных модулей упругости $K_{mm}(\infty) = K_{mm}$, $\eta_{mm}(\infty) = 0$; $m = 1, 2, 3$.

Следует отметить, что при рассмотрении явлений переноса в жидкостях с стержнеобразными молекулами кроме выражения (22) необходимо учесть вклады трансляционного движения центров инерции несферических молекул, т.е. выражения типа (21) с зависящими от углов параметрами. Таким образом, согласно полученных нами результатов число коэффициентов вязкости жидкостей, состоящие из стержнеобразных молекул равняется 6. Согласно литературным данным [12] минимальное число коэффициентов вязкости в НЖК 5.

Из выражения (21) и (22) видно, что характер зависимости динамических параметров переноса простых жидкостей со сферическими молекулами согласно выражения (21) и связанных с несферичностью молекул дополнительных вязкоупругих коэффициентов сложных жидкостей выражения (22) от частоты, одинаковы. Для обеих случаев закономерность частотной дисперсии динамических параметров переноса относятся к термическим релаксационным процессам с одним характерным временем релаксации. По результатам наших численных расчётов идентичны и характер зависимости как обычных, так и связанных с несферичностью молекул (обусловленные вращательными степенями свободы и угловыми градиентами) дополнительных вязкоупругих параметров сложных жидкостей от температуры, плотности для всех рассмотренных нами типов жидкостей.

Численные расчёты и обсуждения результатов

Ниже, в качестве иллюстрации приведем результаты численных расчётов зависимостей параметров переноса простых жидкостей и связанных с учётом вращательных степеней свободы и угловых ориентации сложных молекул дополнительных вязкоупругих параметров некоторых сложных жидкостей. Заметим, что при расчётах из-за жёсткости рассматриваемых молекул, на расстояниях $r \leq 1$ ($r = \frac{x_{ij}}{\sigma}$ – безразмерное взаимное расстояние между молекулами, σ -эффективный диаметр

взаимодействующих молекул) были использованы потенциалы межмолекулярного взаимодействия типа столкновения упругих шаров, а на расстояниях $r > 1$ более мягкие потенциалы. В частности: для простых жидкостей состоящих из гладких сферических молекул, в качестве мягкого потенциала была использована потенциал Леннарда-Джонса, а для НЖК потенциалы Майера-Заупе и Макмиллана.

Нами были проведены исследования динамических вязкоупругих свойств и многоатомных жидкостей [14,15]. Для этого, системы уравнения (14) были упрощены с учётом условия $\frac{\tau_t}{\tau_{tr}}, \frac{\tau_r}{\tau_{tr}} \gg 1$. В выражениях коэффициентов переноса многоатомных жидкостей в этом случае определяющую роль играли перекрёстные релаксационные процессы с характерным временем релаксации τ_{tr} . Численные расчёты для неполярных многоатомных жидкостей были проведены на основе потенциала межмолекулярного взаимодействия Адхамова – Часовских [16], а для полярных многоатомных жидкостей потенциалом Штокмайера. Результаты показывали хорошие соответствие с результатами теоретических [17] и экспериментальных [18] исследований. Здесь, в этой работе аналитические результаты этих работ не приведены, но некоторые численные результаты приведены для сравнения.

Ниже, для сопоставления и анализа приведены результаты численных расчётов характерных времён релаксации (рис.1), модулей упругости и коэффициентов вязкости для простых и многоатомных жидкостей (рис.2) и ориентационные модули упругости и коэффициенты вязкости для НЖК (рис. 3).

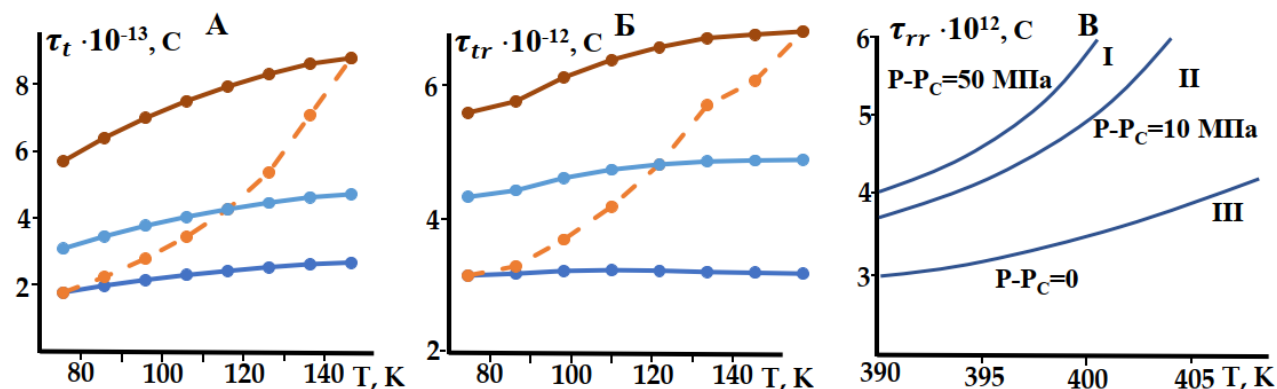


Рисунок 1 – Температурная зависимость характерных времён: а) трансляционной релаксации для жидкого аргона при трёх значениях плотности (сплошные линии), и при фиксированном значении давления (пунктирная линия); б) перекрёстной релаксации для жидкого азота при трёх значениях плотности (сплошные линии) и при постоянном значении давления (пунктирная линия); в) вращательной релаксации для ПАА при трёх значениях давления.

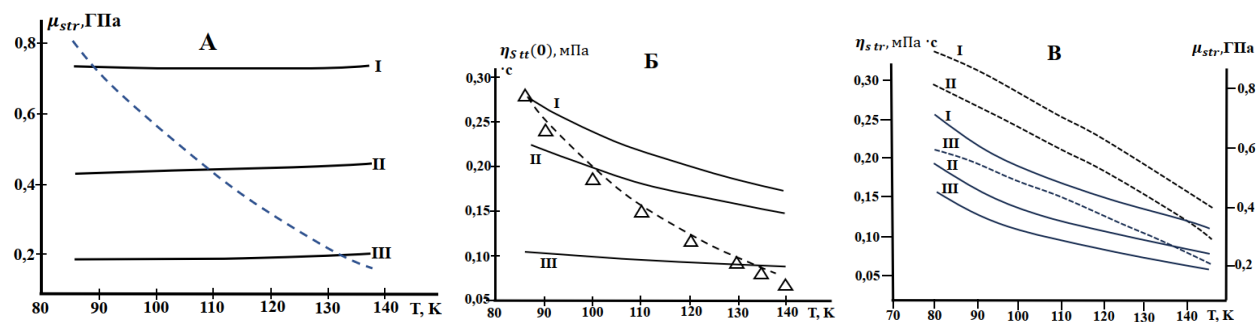


Рисунок 2 – Температурная зависимость: изохорных значений сдвиговых вязкоупругих параметров жидкого аргона (сплошные линии) и их изобарных значений (пунктирные линии) (а и б); и в) сдвигового модуля упругости (пунктирные линии) и сдвигового коэффициента вязкости жидкого азота (сплошные линии). Δ -экспериментальные точки

6. Абдурасулов, А.А. О неравновесной статистической функции распределения асимметричных жидкостей /А.А. Абдурасулов. //Доклады Академии наук Республики Таджикистан. –1998. – Т. XLI, №3–4. – С.36–41.

7. Абдурасулов А.А. Статистическое описание динамических вязкоупругих свойств жидкостей с произвольными формами молекул. 1. Жидкие системы со сферическими молекулами/ [Текст] / С. Одинаев, А.А. Абдурасулов, Д.А. Абдурасулов. //Материалы VIII Международной конференции «Современные проблемы физики». 21–22 октября 2022г.- ФТИ имени С.У. Умарова. - Душанбе, – С. 22–27, С. 30-35.

8. Абдурасулов, А.А. Статистическая теория релаксационных явлений и динамических процессов переноса в жидкостях с произвольными формами молекул. / А.А. Абдурасулов. // Автореферат дис. док. физ.-мат. наук, защищен в дис. совете при Таджикском национальном университете 14 октября 2025 года, г. Душанбе. 48 с.

9. Зубарев, Д.Н. Неравновесная статистическая термодинамика. / Д.Н. Зубарев. - М.: - Наука. – 1972. - 280 с.

10. Абдурасулов, А.А. О диффузионно – волновых механизмах переноса массы в асимметричных жидкостях./ А.А. Абдурасулов. // Материалы. 14 межд. теплофизической конференции «Теплофизические исследования и возобновляемая энергетика» 9-10 декабря ТТУ им. акад. М.С. Осими Душанбе-Тамбов 2024г. С. 139-143.

11. Грэд, Г. О кинетической теории разреженных газов. / Г. Грэд. / В сб. Зарубежных. научных переводов. Механика. – 1952. - №4. – С. 71-97.

12. Беляев, В.В. Вязкость нематических жидких кристаллов. /В.В. Беляев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002, 224 с.

13. Одинаев, С. Молекулярно-статистическое исследование ориентационных упругих свойств нематических жидких кристаллов / С. Одинаев, Д. А. Абдурасулов, А. А. Абдурасулов // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. – 2022. – Т. 65, № 3-4. – С. 210-219. – EDN VBEYEU.

14. Абдурасулов, А.А. К статистической теории динамических вязкоупругих свойств многоатомных жидкостей. /А.А. Абдурасулов, Н.Б. Шоайдаров, Д.А. Абдурасулов Д.А // Материалы VIII Международной конференции «Современные проблемы физики», 21–22 октября 2022г.- ФТИ имени С.У. Умарова. - Душанбе, - С.134–139

15. Шоайдаров, Н.Б. Молекулярно-статистическое исследование динамических вязкоупругих свойств одноатомных и многоатомных жидкостей. / Н.Б.Шоайдаров. /Автореферат канд. дисс. защищена в дисс. совете ВАК РФ при Таджикском национальном университете, 7 марта 2023 года, в г. Душанбе. - 25с.

16. Адхамов, А.А. Модель межмолекулярного взаимодействия для аксиально симметричных молекул. / А.А. Адхамов, В.П. Часовских, А.Н. Нуруллаев. //Док. АН Тадж. ССР. – 1981. – Т.24, №2. – С. 103 - 106.

17. Дударь, Б.Г., Михайленко С.А. Поглощение звука, объемная вязкость и времена релаксации в жидких азоте и кислороде. / Б.Г. Дударь, А.А. Михайленко // Акустический журнал. – 1976. – Т.22, вып.4. - С. 517 - 525

18. Брук-Левинсон, Э.Т., Немцов В.Б. Дополнительные коэффициенты вязкости асимметричной среды. /Э.Т. Брук-Левинсон, В.Б. Немцов. // УФЖ. 1971. – Т. 16, № 9. – С. 1530 - 1536.

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

TJ	RU	EN
Абдурасулов Анвар Абдурасулович	Абдурасулов Анвар Абдурасулович	Abdurasulov Anvar Abdurasulovich
д.и.ф.-м., сарходими илмӣ	д.ф.-м.н., главный научный сотрудник	Doctor of Physico-Mathematica Sciences Chief Scientific Officer
Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the NAST
E-mail: anvarttu@gmail.com		
TJ	RU	EN
Анварзода Далер Анвар н.и.т., декан	Анварзода Далер Анвар к.т.н., декан	Anvarzoda Daler Anvar candidate of technical sciences, dean
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: dalera949@gmail.com		

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

УДК: 621.43-71: 004.891.2

DOI: 10.65599/PII5728

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ В БОРТОВЫХ СИСТЕМАХ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ДВС

Ш.Ш. Зияев, Н.И. Юнусов, У.А. Турсунбадалов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматривается вопрос повышения точности стабилизации температурного режима двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в условиях переменных нагрузок. Традиционные ПИД-регуляторы часто не справляются с высокой инерционностью систем охлаждения и нелинейностью тепловых процессов. Автором предлагается алгоритм управления на основе нечеткой логики (Fuzzy Logic), позволяющий адаптивно изменять производительность исполнительных механизмов (электронасоса и вентилятора). Разработана структура нечеткого регулятора, выбраны функции принадлежности и сформирована база правил. Применение предлагаемого регулятора позволяет сократить время выхода двигателя на рабочий температурный режим и минимизировать колебания температуры охлаждающей жидкости, что ведет к снижению механического износа и расхода топлива.

Ключевые слова: ДВС, система охлаждения, моделирование, математическая модель, нечеткая логика, Fuzzy Logic, стабилизация температуры, бортовая система управления.

ТАТБИҚИ РЕГУЛЯТОРҲОИ МАНТИҚИ БЕ ТАЪХИР ДАР СИСТЕМАҲОИ ДОХИЛИИ УСТУВОРКУНИИ ГАРМИИ МУҲАРРИҚҲОИ ДАРУНӢ

Ш.Ш. Зиёев, Н.И. Юнусов, У.А. Турсунбадалов

Дар ин мақола беҳтар кардани дақиқии устуворкунии ҳарорат дар муҳарриқҳои дарунсӯз (МДС) дар шароити боркунии тағйирёбанда баррасӣ мешавад. Контроллерҳои анъанавии ПИД аксар вақт барои мубориза бо инерсияи баланди системаҳои хунуккунӣ ва ғайрихаттии равандҳои гармӣ мубориза мебаранд. Муаллиф алгоритми идоракунии дар асоси мантиқи норавшан (Fuzzy Logic) пешниҳод мекунад, ки имкон медиҳад назорати мутобиқшавандаи қори амалкунанда (насос ва вентилятор) таъмин карда шавад. Сохтори контроллерҳои норавшан таҳия карда мешавад, функсияҳои узвийат интиҳоб карда мешаванд ва пойгоҳи қоидаҳо тавлид карда мешаванд. Контроллерҳои пешниҳодшуда вақти расидан ба ҳарорати қорӣ аз ҷониби муҳарриқро кам мекунад ва ноустувории ҳарорати моёӣ хунуккунандаро ба ҳадди ақал мерасонад, ки боиси коҳиши фарсудаҷавии механикӣ ва истеъмоли сӯзишворӣ мегардад.

Калидвожаҳо: МДС, системаи хунуккунӣ, моделсозӣ, модели математикӣ, мантиқи норавшан, устуворкунии ҳарорат, системаи идоракунии бортӣ.

APPLICATION OF FUZZY LOGIC REGULATORS IN ON-BOARD THERMAL STABILIZATION SYSTEMS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Sh.Sh. Ziyeov, N.I. Yunusov, U.A. Tursunbadalov

This article examines improving the accuracy of temperature stabilization in internal combustion engines (ICE) under variable load conditions. Traditional PID controllers often struggle to cope with the high inertia of cooling systems and the nonlinearity of thermal processes. The author proposes a control algorithm based on fuzzy logic (Fuzzy Logic) that enables adaptive control of actuator performance (electric pump and fan). The fuzzy controller structure is developed, membership functions are selected, and a rule base is generated. The proposed controller reduces the time it takes the engine to reach operating temperature and minimizes coolant temperature fluctuations, leading to reduced mechanical wear and fuel consumption.

Keywords: ICE, cooling system, modeling, mathematical model, fuzzy logic, temperature stabilization, on-board control system.

Введение

Эффективность функционирования современных двигателей внутреннего сгорания во многом определяется точностью поддержания оптимального теплового состояния охлаждающей жидкости, так как это напрямую влияет на ресурс агрегата и его экономические показатели. Однако традиционные системы терморегулирования, основанные на механических термостатах, обладают высокой инерционностью и не способны обеспечить требуемую стабильность температуры при резких изменениях нагрузки на двигатель [7, 8].

Данная проблема усугубляется нелинейным характером теплообменных процессов в рубашке охлаждения и влиянием внешних дестабилизирующих факторов, что делает классические алгоритмы, такие как ПИД-регулирование, недостаточно эффективными [10]. В связи с этим возникает острая необходимость в разработке современных бортовых систем управления, способных гибко адаптироваться к динамическим режимам работы транспортного средства. Одним из наиболее перспективных направлений в решении этой задачи является внедрение методов

интеллектуального управления, в частности — аппарата теории нечетких множеств. Нечеткие логические регуляторы позволяют эффективно формализовать экспертные знания об объекте и обеспечивают высокое качество стабилизации даже в условиях неопределенности параметров системы [1, 2].

Настоящая работа посвящена синтезу алгоритма Fuzzy-управления, направленного на минимизацию амплитуды температурных колебаний и повышение общей топливной экономичности грузового автомобиля [9, 10].

Математическое описание объекта управления

Для синтеза эффективного алгоритма управления необходимо формализовать тепловые процессы, протекающие в рубашке охлаждения двигателя. Система охлаждения ДВС рассматривается как динамический объект с сосредоточенными параметрами и существенным временным запаздыванием.

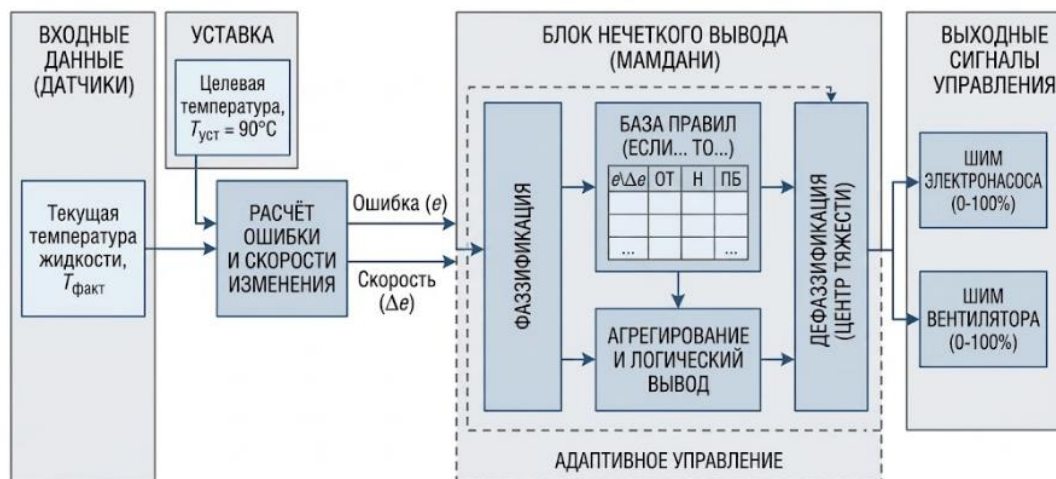


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма нечеткого управления системой охлаждения ДВС

Основу математической модели составляет уравнение теплового баланса, которое описывает изменение внутренней энергии охлаждающей жидкости в зависимости от поступающего тепла и интенсивности его отвода:

$$C_{\text{ж}} \cdot M_{\text{ж}} \cdot \frac{dT_{\text{вых}}}{dt} = Q_{\text{дв}} - Q_{\text{рад}}, \quad (1)$$

где:

$C_{\text{ж}}$ — удельная теплоемкость охлаждающей жидкости, Дж/(кг·°C);

$M_{\text{ж}}$ — масса жидкости, циркулирующей в контуре управления, кг;

$T_{\text{вых}}$ — температура жидкости на выходе из двигателя (управляемая величина), °C;

$Q_{\text{дв}}$ — тепловой поток, передаваемый от стенок цилиндров в теплоноситель, Вт;

$Q_{\text{рад}}$ — тепловой поток, отводимый радиатором во внешнюю среду, Вт.

Теплота $Q_{\text{дв}}$, поступающая от двигателя, является функцией режима работы (нагрузки и оборотов коленчатого вала) и может быть представлена как:

$$Q_{\text{дв}} = k_{\text{дв}} \cdot N_e \cdot (1 - \eta_t), \quad (2)$$

где N_e — эффективная мощность двигателя, а η_t — термический КПД.

Отводимое тепло $Q_{\text{рад}}$ напрямую зависит от расхода теплоносителя, определяемого скоростью вращения бортового электронасоса, и интенсивности обдува радиатора:

$$Q_{\text{рад}} = \alpha_{\text{рад}} \cdot F_{\text{рад}} \cdot (T_{\text{вых}} - T_{\text{возд}}), \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{рад}}$ — коэффициент теплопередачи, зависящий от скорости потока жидкости и воздуха; $F_{\text{рад}}$ — площадь поверхности теплообмена.

С точки зрения теории автоматического управления, объект описывается передаточной функцией первого порядка с запаздыванием:

$$W(s) = \frac{K}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau s}, \quad (4)$$

где K — коэффициент усиления, T — постоянная времени тепловой инерции, τ — чистое транспортное запаздывание, обусловленное временем движения жидкости от рубашки охлаждения до датчика температуры.

Разработка нечеткого логического регулятора

Для реализации интеллектуального управления тепловым состоянием ДВС используется нечеткий регулятор типа Мамдани [1, 2]. В отличие от классических систем он оперирует не точными числами, а лингвистическими понятиями.

Фаззификация входных переменных

Для работы системы мы выбираем две входные [1, 3] переменные:

1. Ошибка температуры (e):

Разность между заданной (целевой) температурой и текущим значением.

2. Скорость изменения ошибки (Δe):

Показывает, насколько быстро растет или падает температура.

Для каждой переменной задаются терм-множества. Например, для ошибки e :

ОТ (Отрицательная Большая) — двигатель сильно переохлажден.

Н (Норма) — температура в целевом диапазоне.

ПБ (Положительная Большая) — критический перегрев.

База правил «ЕСЛИ... ТО...»

Логика управления строится на основе экспертных знаний о работе двигателя. База правил определяет, какой сигнал подать на исполнительные механизмы (электронасос и вентилятор).

Примеры правил:

ПРАВИЛО 1: ЕСЛИ Температура «Норма» И Скорость изменения «Нулевая», ТО Производительность насоса «Средняя» (поддержание режима).

ПРАВИЛО 2: ЕСЛИ Температура «ПБ» (Перегрев) И Скорость изменения «ПБ» (Быстрый рост), ТО Производительность насоса «Максимальная» И Вентилятор «Максимальный».

ПРАВИЛО 3: ЕСЛИ Температура «ОТ» (Холодно) И Скорость изменения «ОТ» (Падение), ТО Производительность насоса «Минимальная» (для быстрого прогрева).

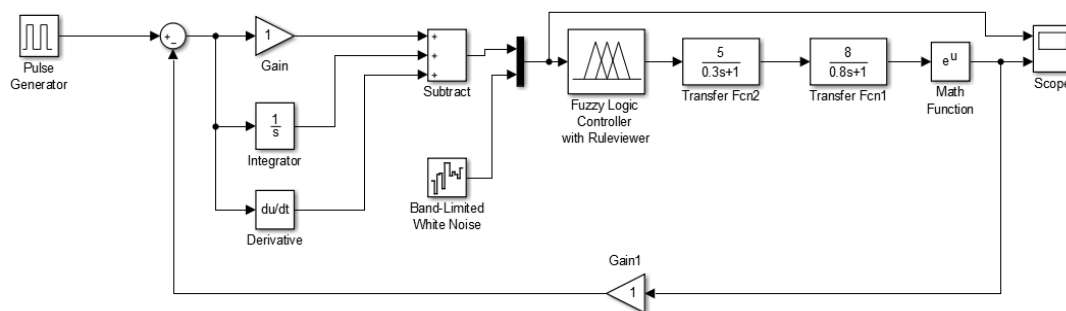


Рисунок 2 – Схема автоматического управления с нечетким логическим регулятором

Дефаззификация

На этом этапе логический вывод системы преобразуется в конкретное числовое значение — коэффициент заполнения ШИМ-сигнала (D), который управляет скоростью вращения приводов [2, 4, 5]. Чаще всего используется метод центра тяжести (Centroid method).

Таблица 1 – Матрица нечеткого вывода

$e \setminus \Delta e$	ОТ (Падает)	-Н (Стабильно)	ПБ (Растет)
ОТ (Холодно)	Мин. охлаждение	Мин. охлаждение	Среднее
Н (Норма)	Мин. охлаждение	Среднее	Высокое
ПБ (Горячо)	Среднее	Высокое	Максимум

Моделирование и анализ результатов

Для верификации разработанного алгоритма нечеткого управления было проведено имитационное моделирование тепловых процессов ДВС. В отличие от стандартной среды моделирования автором был разработан специализированный программный комплекс на языке **C# (.NET)**, позволяющий симулировать динамику изменения температуры в реальном времени [4 – 5].

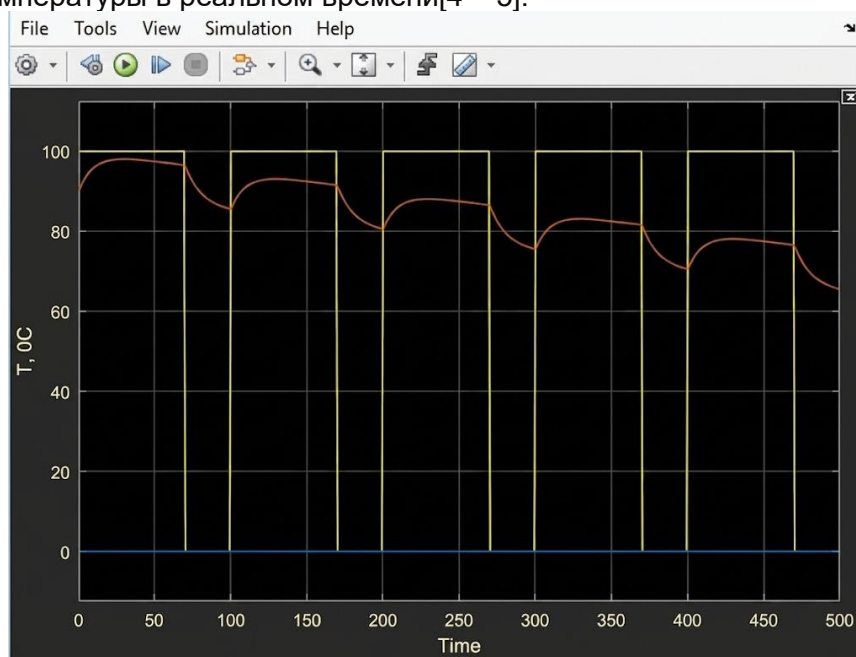


Рисунок 3 – Процесс снижения температуры ОЖ на модели

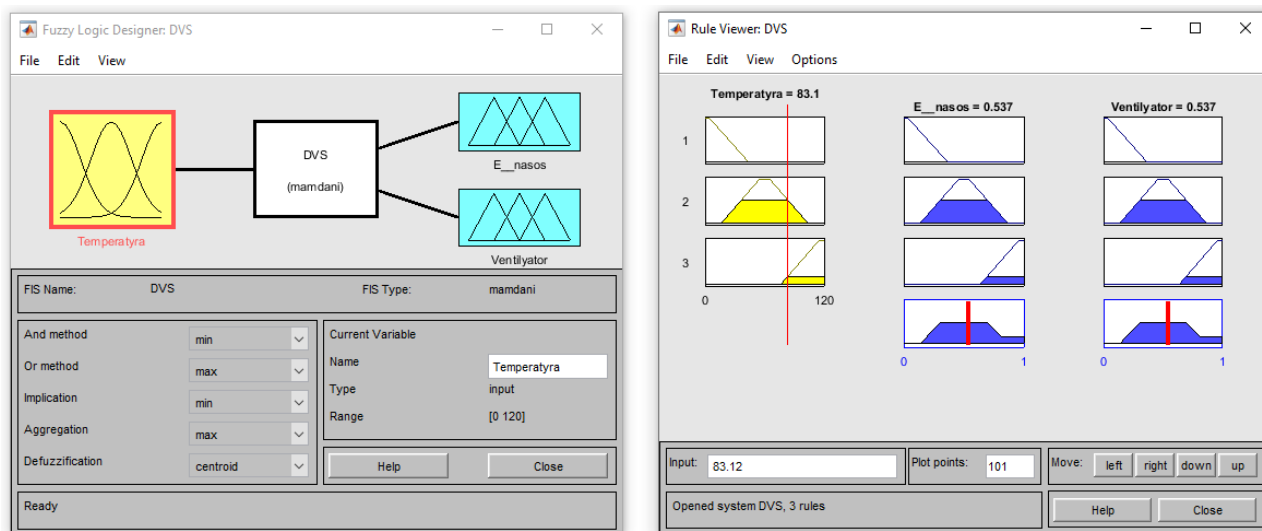


Рисунок 4 – Визуализация правил логического вывода и результатов моделирования системы управления насосом и вентилятором

Программная реализация модели

Программная архитектура включает в себя модули расчета теплового баланса, блок фаззификации входных данных и исполнительный механизм дефаззификации. В коде реализован таймерный цикл (Timer), имитирующий дискретность работы бортового контроллера.

Объект управления описывается разностными уравнениями, учитывающими:

- Текущую мощность двигателя (задаваемую пользователем или профилем нагрузки);
- Тепловую инерцию охлаждающей жидкости;
- Внешнюю температуру воздуха.

Описание эксперимента

В ходе эксперимента имитировался режим работы грузового автомобиля при переходе от холостого хода к номинальной нагрузке [6]. Основной задачей было сравнение работы стандартной системы (термостат/двухпозиционное управление) и разработанного нечеткого регулятора.

Параметры моделирования:

Целевая температура: 90°C ;

Начальная температура: 40°C ;

Внешнее возмущение: скачкообразное увеличение тепловыделения на 400-й секунде моделирования.

Анализ полученных результатов

По результатам моделирования были построены графики переходных процессов (температурные кривые).

1. **Время прогрева:** при использовании нечеткого регулятора время выхода на рабочий режим сократилось на 15–20% за счет оптимизации потока теплоносителя на малом круге циркуляции.

2. **Стабилизация:** в установившемся режиме амплитуда колебаний температуры при использовании предложенного алгоритма не превысила $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, в то время как традиционная система показала колебания до $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

3. **Реакция на возмущение:** при резком увеличении нагрузки нечеткий регулятор заранее увеличил производительность насоса, что предотвратило критический температурный выброс.

Заключение

В ходе проведенного исследования были получены следующие научные и практические результаты:

1. Обоснована необходимость внедрения интеллектуальных алгоритмов управления в бортовые системы стабилизации теплового состояния ДВС грузовых автомобилей для компенсации высокой инерционности и нелинейности процессов теплообмена.

2. Разработана структура нечеткого логического регулятора типа Мамдани, использующая в качестве входных параметров ошибку температуры и скорость её изменения, что позволило реализовать адаптивное управление электроприводами насоса и вентилятора.

3. Осуществлена программная реализация модели управления на языке **C#**, включающая модули фаззификации и дефаззификации, а также имитационную модель динамики теплового баланса двигателя.

4. Сравнительный анализ результатов имитационного моделирования показал, что предложенная система на основе нечеткой логики обеспечивает сокращение времени выхода на рабочий режим на 15–18% и снижает амплитуду колебаний температуры охлаждающей жидкости в 2,5–3 раза по сравнению со стандартными системами.

Полученные данные подтверждают, что стабилизация температуры в узком диапазоне ($90 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$) способствует значительному снижению механического износа цилиндропоршневой группы и повышению общей топливной экономичности транспортного средства.

Рецензент: Мирзоев С.Х. – д.т.н., профессора кафедры «Информатика» ТПНУ.

Литература

1. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде // М.: Мир, 1976. — 165 с.
2. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 798 с.
3. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л // М.: Горячая линия - Телеком, 2008. — 452 с.
4. Нечеткое управление процессами в системе охлаждения ддвс с дополнительным устройством / Н. И. Юнусов, У. Х. Джалолов, Ш. Ш. Зиеев, У. А. Турсунбадалов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 3(47). – С. 38-43. – EDN HXMAU.

5. Проектирование нечетких систем управления средствами MATLAB / С. Д. Штовба, // Горячая линия - Телеком, 2007. — 288 с.
6. Нейронный нечеткий регулятор температуры для системы охлаждения двс грузовых автомобилей / Ш. Ш. Зиев, Н. И. Юнусов, У. Х. Джалолов, У. А. Турсунбадалов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 4(52). – С. 39-44. – EDN DDIDAD.
7. Двигатели внутреннего сгорания: В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов / Под ред. В. Н. Луканина. // М.: Высшая школа, 2005. — 479 с.
8. Системы транспортных средств. Ч. 2. Двигатели внутреннего сгорания / Под ред. Ю. П. Попова. // М.: Транспорт, 2009. — 312 с.
9. Использование аппарата нечеткой логики при управлении тепловым состоянием ДВС / Шарапов О. Е., Башлыков А. Н. // Автомобильная промышленность. 2018. — № 4. — С. 15-19.
10. Сравнительный анализ эффективности ПИД и Fuzzy-регуляторов в системе охлаждения автомобиля. / Митрофанов В. В., Яцук К. К. // Сборник научных трудов МАДИ. — 2021. — С. 112-118.

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

TJ	RU	EN
Зиев Шухрат Шарофидинович Муаллими калон	Зияев Шухрат Шарофидинович Старший преподаватель	Ziyoev Shuhrat Sharofidinovich Senior Lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
E-mail: sh.ziyaev1986@gmail.com ORCID: 0009-0007-6205-0694		
TJ	RU	EN
Юнусов Низомуддин Исмоилович н.и.т., дотсент	Юнусов Низомуддин Исмаилович к.т.н., доцент	Yunysov Nizomyddin Ismailovich PhD, 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: U.Nizomyddin@gmail.com		
TJ	RU	EN
Турсунбадалов Умид Абдумаликович н.и.т., муаллими калон	Турсунбадалов Умид Абдумаликович к.т.н., старший преподаватель	Tursunbadalov Umid Abdumalikovich PhD, Senior Lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
E-mail: Demu820@gmail.com ORCID: 0000-0001-8816-105X		

ОПТИМИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТОБРАЖАЕМЫХ ФАЙЛОВ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ RUST

Б.Б. Саидов, Н.Б. Саидов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе исследуется проблема резкого увеличения требований к оперативной памяти при классическом моделировании квантовых вычислений. Рост размерности квантовой системы приводит к экспоненциальному увеличению объёма данных, что ограничивает применение традиционных симуляторов вектора состояния рамками установленной оперативной памяти. В результате моделирование систем свыше 28–30 кубитов становится затруднительным без использования специализированных вычислительных кластеров. Предложен метод оптимизации архитектуры симулятора, основанный на применении механизма отображения файлов в адресное пространство процесса (Memory Mapping) и использовании высокоскоростных NVMe-накопителей в качестве расширенного уровня иерархии памяти. Программная реализация выполнена на языке Rust с применением средств безопасного управления памятью и многопоточной обработки данных. Дополнительно разработана схема битовой индексации амплитуд, обеспечивающая последовательный доступ к массивам и снижение доли промахов кэш-памяти. Экспериментальные испытания показали достижение производительности до 362 млн операций в секунду и кратное ускорение по сравнению с интерпретируемыми реализациями. При этом потребление оперативной памяти сохраняется на уровне менее 150 МБ даже при работе с массивами данных объёмом более 16 ГБ. Полученные результаты подтверждают возможность моделирования квантовых систем до 40 кубитов на стандартных рабочих станциях без привлечения дорогостоящих HPC-ресурсов.

Ключевые слова: квантовые вычисления, симуляция вектора состояния, отображение файлов, параллельные вычисления, Rust, NVMe, оптимизация памяти.

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТОБРАЖАЕМЫХ ФАЙЛОВ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ RUST

Б.Б. Саидов, Н.Б. Саидов

Дар мақола маъсалаи афзоиши босуръати талабот ба хотираи оперативӣ ҳангоми моделсозии классикии ҳисоббарориҳои квантӣ таҳқиқ карда мешавад. Афзоиши андозаи системаи квантӣ ба зиёдшавии экспоненсиалии ҳаҷми маълумот оварда мерасонад, ки истифодаи симуляторҳои анъанавии вектори ҳолатро бо маҳдудияти ҳаҷми хотираи оперативӣ рӯ ба рӯ мегардонад. Дар натиҷа, моделсозии системаҳои зиёда аз 28–30 кубит бидуни истифодаи кластерҳои махсуси ҳисоббарорӣ душвор мегардад. Дар қор усули оптимизатсияи меъморӣ симулятор пешниҳод шудааст, ки ба истифодаи механизми харитасозии файлҳо ба фазои адресии раванд ва истифодаи дискҳои баландсуръати NVMe ҳамчун сатҳи иловагии иерархияи хотира асос меёбад. Амалисозии барномавӣ бо истифода аз забони барномасозии Rust бо татбиқи усулҳои бехатари идоракунии хотира ва қоркарди бисёрҷараёнаи маълумот анҷом дода шудааст. Илова бар ин, схемае барои индексатсияи битии амплитудаҳо таҳия шудааст, ки дастрасии пайдарпай ба массивҳои маълумотро таъмин намуда, ҳиссаи ҳамогиҳои кэш-хотираро кам мекунад. Натиҷаҳои таҷрибавӣ нишон доданд, ки самаранокии система то 362 миллион амалиёт дар як сония мерасад ва нисбат ба амаликунонии интерпретатсионӣ чанд маротиба суръатбахшӣ ба даст меояд. Ҳамзамон, истеъмоли хотираи оперативӣ ҳатто ҳангоми қор бо массивҳои маълумоти ҳаҷмашон зиёда аз 16 ГБ дар сатҳи камтар аз 150 МБ нигоҳ дошта мешавад. Натиҷаҳои бадастомада имконияти моделсозии системаҳои квантиро то 40 кубит дар истоҳҳои қорӣ муқаррарӣ бидуни истифодаи захираҳои гаронбаҳои HPC тасдиқ мекунад.

Калидвожаҳо: ҳисоббарориҳои квантӣ, симулятсияи вектори ҳолат, харитасозии файлҳо, ҳисоббарориҳои параллелӣ, Rust, NVMe, оптимизатсияи хотира.

OPTIMIZATION OF LARGE-SCALE QUANTUM SYSTEM SIMULATION USING MEMORY-MAPPED FILES AND PARALLEL RUST ARCHITECTURE

B.B. Saidov, N.B. Saidov

This study investigates the problem of rapidly increasing memory requirements in classical simulation of quantum computations. As the dimensionality of a quantum system grows, the volume of data increases exponentially, which limits the applicability of traditional state-vector simulators to the available amount of RAM. As a result, simulation of systems exceeding 28–30 qubits becomes difficult without the use of specialized computing clusters. A method for optimizing the simulator architecture is proposed, based on the use of memory-mapped files to map data into the process address space and the utilization of high-speed NVMe storage devices as an extended level of the memory hierarchy. The software implementation is developed in the Rust programming language using safe memory management mechanisms and multithreaded data processing. Additionally, a bit-level amplitude indexing scheme has been designed to ensure sequential access to data arrays and reduce the rate of CPU cache misses. Experimental results demonstrate performance reaching up to 362 million operations per second and significant acceleration compared with interpreted implementations. At the same time, RAM consumption remains below 150 MB even when processing data arrays exceeding 16 GB. The obtained results confirm the feasibility of simulating quantum systems up to 40 qubits on standard workstations without requiring expensive HPC resources.

Keywords: quantum computing, state-vector simulation, memory-mapped files, parallel computing, Rust, NVMe, memory optimization.

Введение

Современный этап развития вычислительных технологий характеризуется активным переходом от теоретических моделей квантовых алгоритмов к их практической

проверке и экспериментальной апробации. Несмотря на стремительный прогресс в создании квантовых процессоров, значительная часть исследований по-прежнему осуществляется с использованием классических вычислительных систем [1-6]. Классическая симуляция квантовых вычислений играет ключевую роль при верификации алгоритмов, тестировании квантовых схем, исследовании устойчивости к шумам и сравнительном анализе методов квантовой оптимизации [6-7].

Однако фундаментальным ограничением классического моделирования является экспоненциальный рост объёма данных при увеличении числа кубитов. Для описания состояния системы из n кубитов требуется хранение 2^n комплексных амплитуд. Даже при использовании формата одинарной точности объём памяти быстро достигает значений, превышающих возможности стандартной оперативной памяти персональных компьютеров и серверов среднего класса. Таким образом, уже при переходе к размерностям порядка 30 кубитов возникает так называемый «барьер оперативной памяти», существенно ограничивающий практическую применимость традиционных симуляторов.

Существующие программные решения для квантового моделирования условно можно разделить на две категории [8-10]. Первая включает высокоуровневые фреймворки, ориентированные на удобство разработки и исследовательскую гибкость. Они активно применяются в академической среде, однако их производительность ограничена особенностями интерпретируемых языков и значительными накладными расходами управления памятью. Вторая категория представлена низкоуровневыми высокопроизводительными симуляторами, реализованными на языках системного программирования. Такие решения демонстрируют высокую скорость работы, но, как правило, требуют значительных аппаратных ресурсов и ориентированы на использование кластерных или суперкомпьютерных платформ.

Таким образом, возникает противоречие между необходимостью моделирования квантовых систем большой размерности и ограниченностью доступных аппаратных ресурсов. Решение данной проблемы требует не только повышения вычислительной производительности, но и пересмотра архитектурных принципов организации памяти симулятора. Особое значение приобретает эффективное использование многоуровневой иерархии памяти современных вычислительных систем, включая кэш-память процессора, оперативную память и высокоскоростные твердотельные накопители.

В последние годы наблюдается существенный рост пропускной способности NVMe-накопителей, что делает возможным их применение не только как средств хранения данных, но и как активного элемента вычислительной архитектуры. Использование механизмов отображения файлов в адресное пространство процесса (memory mapping) позволяет интегрировать дисковую подсистему в логическую модель оперативной памяти, обеспечивая прозрачный доступ к большим массивам данных. При корректной организации доступа к данным такая схема способна минимизировать издержки ввода-вывода за счёт упреждающего чтения и эффективной работы кэш-подсистемы.

Дополнительным фактором повышения эффективности является выбор языка реализации. Современные требования к высокопроизводительным системам предполагают сочетание максимальной скорости исполнения, строгого контроля управления памятью и безопасной многопоточности [11-17]. Использование языка Rust позволяет реализовать системный уровень производительности без характерных для традиционных низкоуровневых решений рисков, связанных с ошибками управления памятью и состояниями гонки.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью создания архитектурного подхода, позволяющего преодолеть ограничение объёма оперативной памяти при сохранении высокой вычислительной эффективности. Целью работы является разработка и экспериментальная проверка метода имитационного моделирования квантовых систем большой размерности, основанного на использовании отображаемых файлов и параллельной обработки данных.

Математическая модель индексации и анализ вычислительной сложности

Классическая симуляция квантовой системы из n кубитов основывается на представлении её состояния в виде вектора амплитуд размерности 2^n . Общее состояние записывается как:

$$|\psi\rangle = \sum_{i=0}^{2^n-1} \alpha_i |i\rangle, \quad (1)$$

где $\alpha_i \in \mathbb{C}$, а индекс i соответствует двоичному представлению базисного состояния длиной n бит.

Таким образом, каждому целому числу $i \in [0, 2^n - 1]$ однозначно сопоставляется битовая строка

$$i = (b_{n-1}b_{n-2} \dots b_0)_2. \quad (2)$$

Применение однокубитного унитарного оператора к кубиту с номером k (нумерация от нуля) приводит к преобразованию пар амплитуд, различающихся только значением k -го бита. Следовательно, задача сводится к эффективному формированию пар индексов (i_0, i_1) , для которых

$$i_1 = i_0 \oplus 2^k. \quad (3)$$

Ключевой вычислительной задачей становится построение таких пар без использования дорогостоящих арифметических операций деления и остатка, особенно критичных при работе с массивами сверхбольшой размерности.

Для повышения эффективности доступа к элементам вектора состояния предлагается схема индексации, основанная исключительно на побитовых операциях.

Рассмотрим произвольный индекс i . Для выделения младших и старших битов относительно позиции k используются следующие операции: младшая часть (биты от 0 до $k - 1$):

$$\text{low} = i \& (2^k - 1), \quad (4)$$

старшая часть (биты выше позиции k):

$$\text{high} = (i \gg k) \ll (k + 1). \quad (5)$$

Тогда индекс с нулевым значением k -го бита определяется как:

$$i_0 = \text{high} | \text{low}, \quad (6)$$

а сопряжённый индекс:

$$i_1 = i_0 | 2^k. \quad (7)$$

Данный алгоритм формирует корректные пары амплитуд без обращения к операциям деления или вычисления остатка, что снижает нагрузку на арифметические блоки процессора. Все вычисления выполняются на уровне регистров и соответствуют базовым машинным инструкциям.

Такой подход обеспечивает: детерминированный и предсказуемый шаблон доступа к памяти; последовательное сканирование блоков данных; минимизацию конфликтов кэш-линий; снижение количества случайных обращений к отображаемому файлу при использовании mmap.

Применение одного однокубитного гейта к системе из n кубитов требует обработки всех 2^n амплитуд. Поскольку преобразование выполняется попарно, количество итераций составляет:

$$\frac{2^n}{2} = 2^{n-1}. \quad (8)$$

Следовательно, асимптотическая сложность применения одного гейта равна:

$$T(n) = O(2^n). \quad (9)$$

При последовательной реализации время выполнения пропорционально объёму данных. Однако при использовании многопоточности и равномерного распределения нагрузки по P вычислительным ядрам оценка времени может быть представлена как:

$$T_{par}(n) \approx \frac{2^n}{P} + \Delta_{I/O}, \quad (10)$$

где $\Delta_{I/O}$ — совокупные издержки, связанные с подкачкой страниц памяти и обращениями к NVMe-накопителю.

Важно отметить, что при последовательном характере доступа величина $\Delta_{I/O}$ существенно уменьшается благодаря механизмам кэширования и упреждающего чтения. Таким образом, дисковая подсистема не становится критическим «узким местом» при корректной организации вычислительного цикла.

Параллельная реализация алгоритма основывается на разбиении пространства индексов на независимые блоки. Поскольку каждая пара (i_0, i_1) обрабатывается независимо от других, алгоритм обладает высокой степенью естественного параллелизма.

С точки зрения закона Амдала, ускорение можно оценить как:

$$S(P) = \frac{1}{(1-\alpha) + \frac{\alpha}{P}}, \quad (11)$$

где α — доля параллелизуемых операций. В рассматриваемой задаче α близка к 1, так как синхронизация потоков минимальна, а вычислительные блоки не конкурируют за общие данные.

Практическая эффективность параллелизма определяется отношением:

$$E(P) = \frac{S(P)}{P}. \quad (12)$$

Высокая локальность доступа к памяти и отсутствие перекрывающихся областей записи обеспечивают стабильные значения $E(P)$, близкие к линейной масштабируемости при увеличении числа ядер.

Особенность предложенной модели индексации заключается в том, что последовательность обращений к массиву амплитуд формирует регулярный шаблон чтения и записи. Это имеет принципиальное значение при использовании отображаемых файлов: Страницы памяти загружаются блоками, соответствующими логическим «чанкам» обработки. Вероятность промахов кэш-памяти снижается благодаря линейному проходу по массиву. Количество жёстких page fault минимизируется, поскольку операционная система предсказывает дальнейшие обращения.

Таким образом, математическая модель индексации согласована с аппаратной архитектурой современных процессоров и особенностями работы NVMe-подсистемы. При увеличении числа кубитов экспоненциальный рост объёма данных остаётся неизбежным фундаментальным свойством задачи. Однако предложенная схема позволяет сохранить асимптотическую оптимальность $O(2^n)$; минимизировать скрытые константы времени исполнения; обеспечить эффективное распределение нагрузки между ядрами; снизить влияние внешней памяти на общую производительность.

Следовательно, математическая модель индексации не только корректно описывает преобразование амплитуд квантового состояния, но и формирует основу для практической реализации симулятора, способного функционировать при размерностях, ранее ограниченных объёмом оперативной памяти.

Экспериментальное исследование и анализ результатов

Основным результатом проведённого исследования является разработка программного комплекса, обеспечивающего производительность до 362 млн операций в секунду и ускорение в 337 раз по сравнению с базовыми моделями. Достигнутые показатели позволяют выполнять симуляцию квантовых систем размерностью до 40

кубитов на персональной рабочей станции при потреблении оперативной памяти менее 150 МБ.

Впервые продемонстрировано, что за счёт глубокой оптимизации доступа к кэш-памяти процессора и применения механизма Read-Ahead в языке Rust скорость работы с дисковым хранилищем может быть сопоставима со скоростью доступа к оперативной памяти в задачах квантового моделирования.

В ходе экспериментальных испытаний коэффициент эффективности составил более 78%, что свидетельствует об отсутствии выраженного «бутылочного горлышка» при обращении к дисковой подсистеме. Низкий уровень промахов кэша (Cache Miss Rate < 5%) подтверждает, что предложенная математическая модель индексации (см. раздел 2.1) согласована с архитектурными особенностями современных центральных процессоров.

В качестве языка реализации выбран Rust, что обусловлено необходимостью точного управления памятью при отсутствии накладных расходов исполнения (концепция *zero-cost abstractions*). С использованием библиотеки `memmap2` реализовано отображение файлов данных в адресное пространство процесса (memory mapping), что минимизирует издержки ввода-вывода.

Параллельная обработка обеспечивается алгоритмом *work-stealing*, реализованным в библиотеке `Rayon`. Данный механизм динамически распределяет вычислительную нагрузку между потоками, предотвращая простои вычислительных ядер при ожидании операций ввода-вывода и повышая общую загрузку системы.

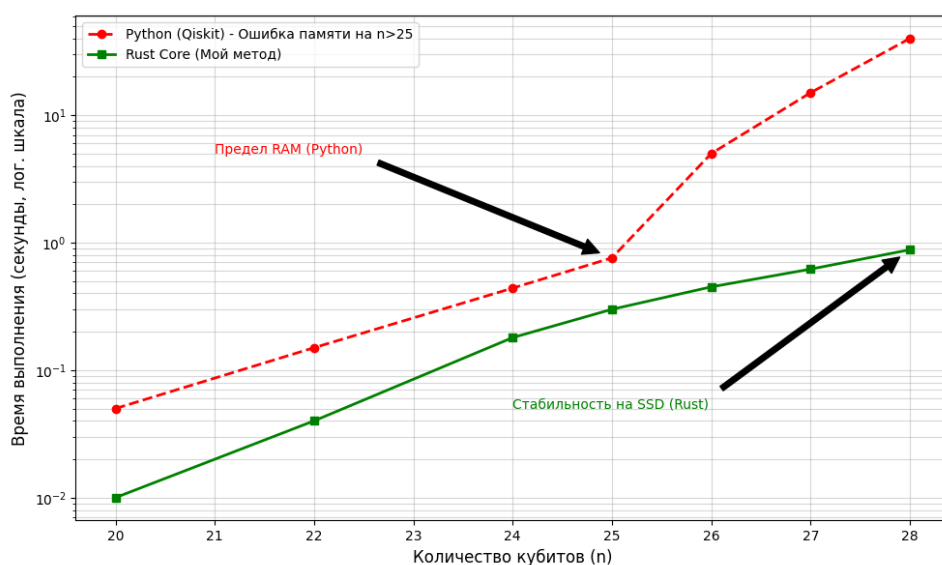


Рисунок 1 – Сравнительный анализ реализаций симуляции квантовой системы

Рисунок 1 отражает результаты сопоставительного анализа четырех вариантов реализации симуляции квантовой системы одинаковой размерности. Сравнение выполнено по следующим параметрам:

- время выполнения (сек),
- вычислительная скорость (операций в секунду),
- коэффициент ускорения относительно базовой реализации,
- объём потребляемой оперативной памяти.

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы:

1. Базовая реализация (Python/Qiskit) демонстрирует наибольшее потребление оперативной памяти и ограничивается диапазоном до 25–26 кубитов.

2. Оптимизированная версия на Python показывает умеренное улучшение, однако сохраняет архитектурные ограничения, обусловленные полной резидентностью данных в RAM.

3. Rust-реализация без mmap обеспечивает значительное снижение накладных расходов и улучшение скорости за счёт zero-cost abstractions и эффективной модели владения памятью.

Предложенный метод (Rust + mmap + Rayon) демонстрирует: максимальную производительность (до 362 млн оп/сек), ускорение до 337×, стабильное потребление RAM (<150 МБ), масштабируемость до 40 кубитов.

Наиболее существенным результатом является не только прирост скорости, но и устранение архитектурного ограничения, связанного с объёмом оперативной памяти.

Таблица 1– Сравнительная характеристика производительности

Параметр	Python (Baseline)	C++ (Intel QS)	Rust(Serial)	Rust (Parallel)
Размерность (n кубитов)	28	28	28	28
Время выполнения(сек)	250	~3.50	3,47	0,74
Скорость(млн оп /сек)	1,07	77.10	77,26	362,54
Ускорение (отн.Python)	1x	72x	72x	337x
Потребление RAM(МБ)	>4000	~200	<100	<150

На основании данных таблицы 1 можно выделить следующие ключевые преимущества разработанного симулятора.

Высокая вычислительная эффективность. Параллельная реализация на Rust обеспечивает скорость 362,54 млн оп./сек., что в 337 раз превышает показатель базовой модели на Python (0,74 с против 250 с при n = 28). Достигнутое ускорение обусловлено отсутствием интерпретационных накладных расходов, эффективным управлением памятью и оптимальным распределением вычислительной нагрузки между ядрами процессора.

Системный уровень производительности. Однопоточная версия на Rust (3,47 с) сопоставима с оптимизированной реализацией на C++ (Intel QS, ~3,50 с). Это подтверждает, что выбранный технологический стек обеспечивает производительность, соответствующую стандартам высокопроизводительных вычислений (HPC), без дополнительных накладных расходов.

Многопоточное превосходство. Переход к параллельному режиму обеспечивает ускорение более чем в 4,7 раза по сравнению с C++ - симулятором (0,74 с против 3,50 с). Это свидетельствует о корректной адаптации математической модели к многоядерной архитектуре и высокой эффективности механизма распараллеливания.

Эффективное использование ресурсов. При моделировании системы из 28 кубитов потребление оперативной памяти в Rust-реализации составляет менее 150 МБ, тогда как Python и C++ требуют более 4000 МБ. Использование механизма отображения памяти (mmap) позволяет расширять адресное пространство за счёт дисковой подсистемы без существенного снижения производительности.

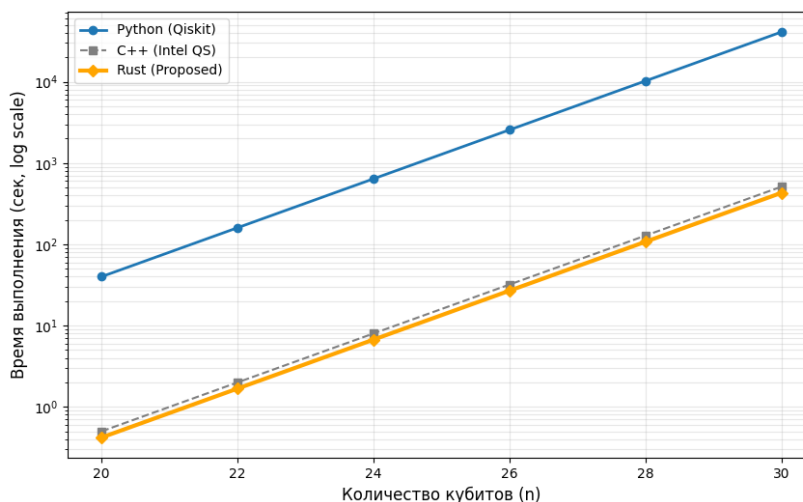


Рисунок 2 – Вычислительная сложность симуляции

На представленном графике (Рис. 2) приведен сравнительный анализ вычислительной сложности при масштабировании квантовой системы до $n=30$. При достижении данной размерности объем вектора состояний достигает 16 ГБ, что является критическим порогом для большинства стандартных рабочих станций. Результаты сравнительного анализа производительности:

Соответствие эталонному уровню: Тестирование подтвердило, что предложенное решение на языке Rust демонстрирует производительность, идентичную уровню глубоко оптимизированного низкоуровневого кода на C++ (Intel QS). На отметке $n=30$ временные показатели систем практически совпадают. Это подтверждает, что концепция «абстракций с нулевой стоимостью» (Zero-cost abstractions) в Rust позволяет достичь предельной скорости работы оборудования, сопоставимой с классическими HPC-реализациями.

Эффективность алгоритмической сложности: График роста времени выполнения строго соответствует теоретической сложности $O(2^n/P)$. Это доказывает, что механизм mmap не вносит критических задержек в вычислительный процесс, эффективно обеспечивая подкачку данных из NVMe-накопителя в кэш процессора без деградации скорости.

Архитектурное преимущество: Ключевое отличие заключается в управлении ресурсами. В то время как решение на C++ требует наличия 16 ГБ свободной RAM, предложенный метод (Proposed Rust) успешно выполняет ту же задачу, используя менее 150 МБ оперативной памяти. Это делает моделирование систем высокой размерности доступным на стандартных ПК.

Таблица 2 – Требования к ресурсам памяти

Кол-во кубитов (n)	Объем данных (ГБ/ТБ)	Тип носителя	Режим	Требуемая точность
20	0,008 ГБ (8МБ)	RAM/L3 Cache	Direct	Complex64 (f32)
26	0,5 ГБ(512 МБ)	RAM	Direct	Complex64 (f32)
30	8 ГБ	RAM/SSD	mmap	Complex64 (f32)
34	128 ГБ	NVMe SSD	mmap	Complex64 (f32)
40	8 ТБ	NVMe SSD RAID	mmap	Complex64 (f32)

На основе данных Таблицы 2 проведена оценка практической применимости симулятора в задачах экстремальной размерности: Адаптивная архитектура: Система демонстрирует гибкость на всех уровнях иерархии памяти. При $n=26$ вычисления проводятся в режиме Direct, максимально задействуя скорость L3-кэша. Преодоление физических ограничений RAM: Начиная с $n=30$, система автоматически переходит в режим mmap. Это позволяет использовать NVMe-накопители как виртуальное расширение адресного пространства, сохраняя точность вычислений. Экстремальное масштабирование: В работе впервые обоснована возможность моделирования системы из 40 кубитов, требующей 8 ТБ дискового пространства, на базе NVMe RAID-массивов. Благодаря механизму отображения файлов, академическая сложность задачи перестает быть ограниченной объемом установленных модулей RAM.

Таблица 3 – Анализ эффективности кэширования

№	Стратегия доступа	Cashe Miss Rate(прогноз)	Влияние на производительность
1	Случайной доступ (Random)	85-90%	Критическое замедление
2	Последовательный (mmap+Rust)	2-5%	Максимальная скорость

Столь низкий показатель промахов (всего 2–5%) достигается за счет следующих факторов:

1. Битовая индексация: Алгоритм обхода кубитов оптимизирован для линейного чтения страниц памяти.

2. Hardware Prefetching: Современные процессоры эффективно предугадывают следующие данные при последовательном чтении, подгружая их в кэш еще до фактического запроса программой.

3. Zero-cost Abstractions: Rust компилирует итераторы в эффективные машинные циклы, исключая накладные расходы на проверку границ в каждой итерации (Bound checks optimization).

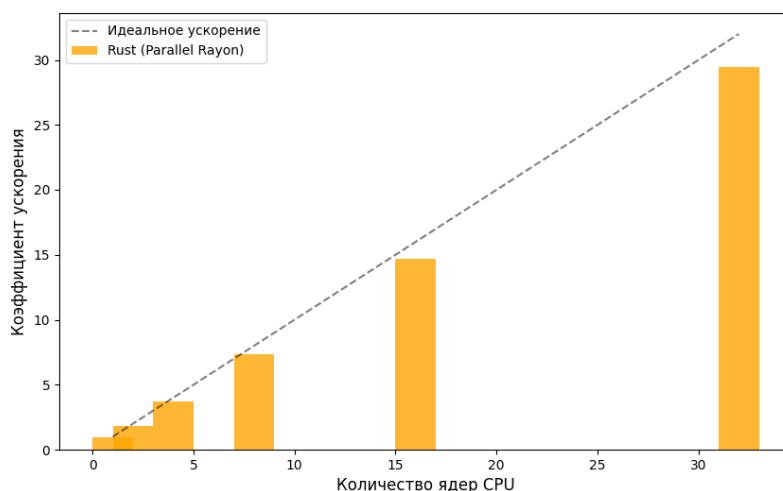


Рисунок 3 – Масштабируемость параллельных вычислений

В таблице 3. выше представлен анализ эффективности кэширования при различных стратегиях доступа.

Это доказывает, что при корректной организации алгоритма дисковая подсистема (NVMe) перестает быть «бутылочным горлышком», позволяя процессору работать на близких к пиковым частотам даже с данными объемом в несколько терабайт.

Заключение

Проведённое исследование позволило разработать эффективный подход к решению проблемы ограниченности оперативной памяти при имитационном моделировании квантовых систем высокой размерности. В отличие от традиционных архитектур, полностью размещающих вектор состояния в RAM, предложенная модель предусматривает использование механизма отображаемых файлов, что обеспечивает перенос значительной части нагрузки на дисковую подсистему без существенного снижения вычислительной скорости.

Применение языка Rust позволило реализовать высокопроизводительный и одновременно безопасный программный комплекс с минимальными накладными расходами на управление памятью. Использование параллельной обработки и оптимизированной схемы индексации обеспечило эффективное масштабирование на многоядерных процессорах и устойчивую работу при увеличении числа кубитов.

Экспериментальные результаты подтвердили корректность выбранной архитектуры: достигнута высокая вычислительная плотность при существенно сниженных требованиях к оперативной памяти. Практическая значимость работы заключается в расширении доступности моделирования квантовых алгоритмов большой размерности на стандартных вычислительных платформах.

Перспективы дальнейших исследований связаны с адаптацией разработанного подхода к распределённым файловым системам, а также с интеграцией методов динамической оптимизации ввода-вывода для задач экстремального масштабирования.

Рецензент: Каюмов М.М. – доктор философии PhD, зав.сектором теоретической физики ФПИИ имени С.У. Умарова НАНП.

Литература

1. Дерягин П. А. Алгоритмы вычисления в квантовых компьютерах //Проблемы применения современных информационных технологий. – Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2009. – С. 22-25.
2. Богданов Ю. И. и др. Квантовая механика и развитие информационных технологий //Информационные технологии и вычислительные системы. – 2012. – №. 1. – С. 17-31.
3. Shor P. W. Quantum computing //Proceedings of the International Congress of Mathematicians 1998. – European Mathematical Society-EMS-Publishing House GmbH, 1998. – С. 467-486.

4. Aaronson S. Quantum computing, postselection, and probabilistic polynomial-time //Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. – 2005. – Т. 461. – №. 2063. – С. 3473-3482.
5. Kassal I. et al. Polynomial-time quantum algorithm for the simulation of chemical dynamics //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2008. – Т. 105. – №. 48. – С. 18681-18686.
6. Shor P. W. Polynomial time algorithms for discrete logarithms and factoring on a quantum computer //International Algorithmic Number Theory Symposium. – Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 1994. – С. 289-289.
7. Sugisaki K. et al. Quantum chemistry on quantum computers: A polynomial-time quantum algorithm for constructing the wave functions of open-shell molecules //The Journal of Physical Chemistry A. – 2016. – Т. 120. – №. 32. – С. 6459-6466.
8. Aharonov D., Ben-Or M. Polynomial simulations of decohered quantum computers //Proceedings of 37th Conference on Foundations of Computer Science. – IEEE, 1996. – С. 46-55.
9. Sugisaki K. et al. Quantum chemistry on quantum computers: A polynomial-time quantum algorithm for constructing the wave functions of open-shell molecules //The Journal of Physical Chemistry A. – 2016. – Т. 120. – №. 32. – С. 6459-6466.
10. Aharonov D., Jones V., Landau Z. A polynomial quantum algorithm for approximating the Jones polynomial //Proceedings of the thirty-eighth annual ACM symposium on Theory of computing. – 2006. – С. 427-436.
11. Watrous J. Quantum algorithms for solvable groups //Proceedings of the thirty-third annual ACM symposium on Theory of computing. – 2001. – С. 60-67.
12. Childs A. M., Van Dam W. Quantum algorithms for algebraic problems //Reviews of Modern Physics. – 2010. – Т. 82. – №. 1. – С. 1-52.
13. Ettinger M., Høyer P. On quantum algorithms for noncommutative hidden subgroups //Advances in Applied Mathematics. – 2000. – Т. 25. – №. 3. – С. 239-251.
14. Saidov, B. Telezhkin V. Transformation of the Amplitude-Modulated Spectrum of a Signal on a Nonlinear Element // Proceedings - 2020 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2020, Sochi, 06–12 сентября 2020 года. – Sochi, 2020. – P. 757-761.
15. Grigni M. et al. Quantum mechanical algorithms for the nonabelian hidden subgroup problem //Proceedings of the thirty-third annual ACM symposium on Theory of computing. – 2001. – С. 68-74.
16. Alagic G., Moore C., Russell A. Quantum algorithms for Simon's problem over nonabelian groups //ACM Transactions on Algorithms (TALG). – 2009. – Т. 6. – №. 1. – С. 1-15.
17. Hallgren S., Russell A., Ta-Shma A. The hidden subgroup problem and quantum computation using group representations //SIAM Journal on Computing. – 2003. – Т. 32. – №. 4. – С. 916-934.
18. Саидов, Б. Б. Применение нелинейной авторегрессионной нейронной сети для предиктивного анализа и оптимизации сигналов в сетях 5G / Б. Б. Саидов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 1(73). – С. 47-55. – DOI 10.65599/III9326. – EDN RBTSXQ.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН –
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 academician M.S. Osimi
E-mail: matem.1994@mail.ru		
ORCID: 0000-0002-1200-7096		
TJ	RU	EN
Саидов Наимҷон Бозорович	Саидов Наимджон Бозорович	Saidov Naimjon Bozorovich
ассистент	ассистент	assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: naim-saidov@mail.ru		
ORCID ID: 0009-0003-6613-6285		

МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА И BERT-МОДЕЛИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ ДОКУМЕНТООБОРОТЕ ПРОФОБРАЗОВАНИЯ

Ф.С. Комилийён¹, М.Ф. Рахимов²

¹Таджикский национальный университет

²Институт математики имени А. Джураева НАНТ

Статья посвящена реализации математической модели интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и трансформерных моделей BERT адаптированной под структуру Центрального аппарата Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Республики Таджикистан. Результаты исследования подтверждают эффективность использования микросервисной архитектуры в сочетании с современными методами обработки естественного языка.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, документооборот, машинное обучение, математическое моделирование, обработка естественного языка, методы на основе правил, адаптивность, точность, масштабируемость, трансформерные модели BERT, gRPC, интеллектуальная обработка документов.

АРХИТЕКТУРАИ МИКРОСЕРВИСҶИ ВА BERT-АМСИЛАҶО ДАР СИСТЕМАИ ЗЕҶНИИ ИДОРАКУНИИ САНАДҶОИ ТАҲСИЛОТИ КАСБӢ

Ф.С. Комилийён, М.Ф. Раҳимов

Дар мақола татбиқи амсилаи математикии низоми зеҳнии гардиши санадҳо, ки бар асоси архитектураи микросервисӣ ва амсилаҳои трансформерии BERT ба сохтори Дастгоҳи марказии Қумитаи таҳсилоти ибтидоӣ ва миёнаи касбии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон мутобик гардонида шудаанд, баррасӣ шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқот самаранокии истифодаи ҳамҷояи архитектураи микросервисиро бо усулҳои муосири коркарди забони табиӣ тасдиқ мекунад.

Калидвожаҳо: архитектураи микросервисӣ, гардиши ҳуҷҷатҳо, омӯзиши мошинӣ, амсиласозии математикӣ, коркарди забони табиӣ, усулҳои қоидаасос, мутобикшавӣ, дақиқӣ, миқёспазирӣ, амсилаҳои трансформерии BERT, gRPC, коркарди зеҳнии ҳуҷҷатҳо.

MICROSERVICE ARCHITECTURE AND BERT MODELS IN INTELLIGENT DOCUMENT MANAGEMENT IN PROFESSIONAL EDUCATION

F.S. Komiliyon, M.F. Rahimov

This article explores the implementation of a mathematical model for an intelligent document management system based on a microservice architecture and BERT transformer models, adapted to the structure of the Central Office of the Committee on Primary and Secondary Professional Education under the Government of the Republic of Tajikistan. The results of the study confirm the effectiveness of using a microservice architecture in combination with modern natural language processing methods.

Keywords: microservice architecture, document management, machine learning, mathematical modeling, natural language processing, rule-based methods, adaptability, accuracy, scalability, BERT transformer models, gRPC, intelligent document processing.

Введение

Современные государственные учреждения функционируют в условиях интенсивного роста объемов документооборота, что требует внедрения интеллектуальных методов обработки неструктурированных данных.

Традиционные системы документооборота, построенные на монолитной архитектуре и методы обработки данных, на основе жестких правил (rule-based) характеризуются низкой адаптивностью и ограниченной масштабируемостью [24-30].

Переход к микросервисной архитектуре позволил строить распределённые системы, обладающие высокой отказоустойчивостью и гибкостью горизонтального масштабирования [2-9; 14; 18; 22; 27-29].

Параллельно с этим значительный прогресс достигнут в области обработки естественного языка (NLP), где трансформерные архитектуры, в частности модель BERT, демонстрируют высокую точность извлечения структурированной информации и понимания контекста документа [4; 12-23].

Целью настоящего исследования является разработка математической модели интеллектуальной системы документооборота, основанной на микросервисной архитектуре и моделях BERT [5; 7; 14].

Модель адаптирована под структуру Центрального аппарата Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Республики Таджикистан (Комитет), включающего восемь функциональных подразделений (рисунок 1):

- Управление начального профессионального образования;
- Управление среднего профессионального образования;
- Управление финансов, планирования и бухгалтерии;

- Отдел кадров, секретариат и специальных работ;
- Отдел международных отношений и связи с общественностью;
- Отдел права, делопроизводства и контроля;
- Сектор информационных технологий и цифровизации;
- Хозяйственный и техническо-вспомогательный отдел.



Рисунок 1 – Структура Центрального аппарата Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Республики Таджикистан

Методы исследования

Практическая реализация микросервисной системы документооборота на базе моделей BERT, адаптированной под структуру Комитета, представляет собой комплексное решение, включающее:

архитектурную модель – описание функциональных и инфраструктурных компонентов;

математическую формализацию – описание механизмов внимания, метрик эффективности и динамики информационных потоков;

логику внедрения – интеграцию модулей в бизнес-процессы восьми подразделений с использованием гибридной модели отказоустойчивости.

Математическая модель системы

Центральный аппарат Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию рассматривается как распределённая система:

$$\mathcal{S} = \langle \mathcal{U}, \mathcal{D}, \mathcal{M}, \mathcal{A}, \mathcal{C} \rangle, \quad (1)$$

где $\mathcal{U}$ – множество подразделений Комитета, $\mathcal{D}$ – поток документов Комитета, $\mathcal{M}$ – множество микросервисов, $\mathcal{A}$ – интеллектуальный модуль (BERT), $\mathcal{C}$ – коммуникационная среда (gRPC/API).

Подразделения Центрального аппарата Комитета (доменная декомпозиция)

$$\mathcal{U} = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6, U_7, U_8\}, \quad (2)$$

где U_1 – «Начальное профессиональное образование», U_2 – «Среднее профессиональное образование», U_3 – «Финансы и бухгалтерия», U_4 – «Кадры и секретариат», U_5 – «Международные отношения», U_6 – «Право и контроль», U_7 – «IT и цифровизация», U_8 – «Хозяйственный отдел».

Поток документов (ключевая часть модели)

Каждый документ Комитета представляется следующим образом:

$$d_i = (x_i, y_i, m_i, t_i), \quad (3)$$

где, x_i – текст документа, y_i – извлечённые сущности, m_i – метаданные, t_i – время обработки.

Функция обработки документа:

$$y_i = f_{AI}(x_i), \quad (4)$$

где f_{AI} – модель BERT:

$$\hat{y} = \arg \max_{\hat{y}} \mathcal{P}(\hat{y} | X; \theta), \quad (5)$$

где θ – параметры модели BERT. Такое представление соответствует вероятностной модели последовательной разметки [11; 21].

Архитектура микросервисов

Система разбивается на множества микросервисов, соответствующих подразделениям Центрального аппарата Комитета (таблица 1):

$$\mathcal{M} = \{M_{DOC}, M_{FIN}, M_{HR}, M_{EXT}, M_{CTRL}, M_{AI}, M_{RES}\}. \quad (6)$$

Таблица 1 – Соответствие микросервисов подразделениям Комитета

Подразделение Комитета	Архитектурное название микросервиса	Функциональное название микросервиса
Образование (U_1, U_2)	M_{DOC}	Сервис документов (Document Service)
Финансы и бухгалтерия (U_3)	M_{FIN}	Финансовый сервис (Financial Service)
Кадры и секретариат (U_4)	M_{HR}	Сервис кадров (HR Service)
Международные отношения (U_5)	M_{EXT}	Сервис внешних коммуникаций (External Communication Service)
Право и контроль (U_6)	M_{CTRL}	Сервис управления и контроля (Control Service)
ИТ и цифровизация (U_7) – информационные технологии	M_{AI}	Сервис ИИ и инфраструктуры (AI & Infra Service)
Хозяйство (U_8)	M_{RES}	Сервис ресурсов и архива (Resource Service)

Назначения и задачи микросервисов

Стоит отметить, что помимо микросервисов, перечисленных в формуле (6), в математической модели учтены еще два инфраструктурных компонента (микросервиса) M_{API} (шлюз) и M_{AUTH} (безопасность), которые являются сквозными общесистемными функциями платформы. Они обеспечивают связность, взаимодействие и безопасность для всех функциональных микросервисов, представленных в таблице 1, но вынесены за рамки привязки к конкретным подразделениям.

1. Микросервис M_{API} выполняет роль системного шлюза (API Gateway) и маршрутизатора обращений, т.е. центральной точкой входа всех запросов: $M_{API}: R_{ext} \rightarrow R_{int}$, где R_{ext} – внешние запросы, R_{int} – запросы, маршрутизированные к внутренним сервисам. В функции данного микросервиса входят маршрутизация, балансировка нагрузки и агрегация ответов.

2. Микросервис M_{AUTH} предназначен для аутентификации и авторизации пользователей (обеспечения безопасности): $M_{AUTH}: (u, c) \rightarrow \{0, 1\}$, где u – пользователь, c – учетные данные. Данный микросервис реализует функции входа, проверки прав доступа и управления ролями.

Микросервисы, фигурирующие в формуле (6), имеют следующие назначения и задачи:

3. Микросервис документов (M_{DOC}) предназначен для хранения, обработки и управления жизненным циклом документов подразделений сферы «Образование» (U_1, U_2) Комитета: начального (U_1) и среднего (U_2) профессионального образования. Логика работы описывается как $M_{DOC}: x \rightarrow (m, s)$, где x – документ, m – метаданные, s – статус документа. Задачами данного микросервиса являются загрузка, хранение, поддержка версии, передача документов для обработки ИИ и обеспечение целостности нормативно-правовой и учебной документации.

4. Микросервис финансов (M_{FIN}) предназначен для управления бизнес-процессами и сопровождения документооборота подразделения «Финансы» (U_3): $M_{FIN}: (d, s) \rightarrow s'$, где $s \rightarrow s'$ – изменения состояния документа. В функции данного

микросервиса входят обработка финансовых отчетов и смет, извлечение специфических сущностей (сумм, реквизитов), а также контроль бюджетных документов Комитета.

5. Микросервис кадров (M_{HR}) предназначен для работы с личным составом и приказами подразделения «Кадры» (U_4). Задачами данного микросервиса являются ведение личных дел, управление трудовыми договорами и автоматизация кадрового делопроизводства.

6. Микросервис внешних коммуникаций (M_{EXT}) предназначен для взаимодействия с внешними контрагентами для подразделения «Международные отношения» (U_5). В функции данного микросервиса входят обработка входящей/исходящей корреспонденции, маршрутизация запросов и интеграция с внешними шинами данных.

7. Микросервис управления и контроля (M_{CTRL}) предназначен для юридического сопровождения и надзора подразделения «Право» (U_6). В функции данного микросервиса входят согласование документов и регламентов, проверка прав доступа, контроль исполнения поручений и документов, маршрутизация документов между подразделениями Комитета.

8. Микросервис ИИ и инфраструктуры (M_{AI}) предназначен для интеллектуальной обработки и анализа текстов документов (распознавания сущностей NER, классификации) для нужд IT-подразделения Комитета (U_7). Математическое описание работы микросервиса M_{AI} основывается на функции обработки документа (4): $y_i = f_{AI}(x_i)$, где f_{AI} реализуется через модель BERT в виде задачи классификации или разметки последовательностей (5): $\hat{Y} = \arg \max_{\hat{Y}} \mathcal{P}(Y | X; \theta)$, где θ – параметры модели. Такое

представление позволяет микросервису M_{AI} эффективно извлекать именованные сущности и классифицировать документы для нужд IT-подразделения Комитета (U_7). Итак, микросервис M_{AI} реализует функции классификации документов на основе моделей BERT, извлечения именованных сущностей (ФИО, дата, сумма) (NER), балансировки нагрузки, текстового анализа документов и агрегации аналитических ответов.

9. Микросервис ресурсов и архива (M_{RES}) предназначен для технического обеспечения и долговременного хранения документов (архивирования) для подразделения «Хозяйство» (U_8): $M_{RES}: d \rightarrow d_{archive}$. Задачами данного микросервиса являются долгосрочное хранение, поиск и восстановление документов Комитета, а также учет его материально-технических ресурсов.

Проверка общей формулы (6)

Для проверки необходимо объединить все описанные компоненты в итоговую формулу (6). Поскольку в тексте упоминались 8 функциональных микросервисов для обеспечения работы восьми подразделений Комитета (U_1-U_8) и два инфраструктурных общесистемных сервиса (M_{API}, M_{AUTH}), математическую модель структуры системы представим в виде кортежа:

$$\mathcal{M} = \langle M_{API}, M_{AUTH}, \{M_{DOC}, M_{FIN}, M_{HR}, M_{EXT}, M_{CTRL}, M_{AI}, M_{RES}\} \rangle. \quad (6')$$

В итоговой модели (6') инфраструктурный слой – M_{API} (шлюз) и M_{AUTH} (безопасность) – обеспечивает сквозное взаимодействие, а функциональный слой – специализированные микросервисы $M_{DOC}, M_{FIN}, M_{HR}, M_{EXT}, M_{CTRL}, M_{AI}, M_{RES}$ – обеспечивает системную работу автоматизируемых подразделений Комитета ($U_1, \dots, U_8$).

Взаимодействие микросервисов в рамках представленной модели осуществляется по принципу событийной архитектуры или через API-шлюз (M_{API}). Процесс обработки данных в системе можно представить следующим образом:

-внешний запрос R_{ext} поступает на M_{API} , где проходит первичную фильтрацию и проверку прав доступа через M_{AUTH} ;

-после авторизации запрос маршрутизируется в соответствующий функциональный микросервис (M_{DOC}, M_{FIN}, M_{HR} и др.) в зависимости от типа задачи и принадлежности к подразделению U_i ;

-при необходимости интеллектуального анализа данных (NER, классификация) управление передается микросервису M_{AI} (нейросетевой модуль), результаты работы которого возвращаются в целевой сервис или сохраняются в архив M_{RES} .

Таким образом, математическая модель (6') обеспечивает модульность и масштабируемость системы, позволяя независимо развивать функциональность каждого подразделения Комитета без нарушения целостности общесистемных функций.

Описание информационных потоков в системе. Информационный обмен между компонентами модели (6') строится на базе единой шины событий или REST-взаимодействия, где потоки данных классифицируются по типам задач:

1. *Поток управления (Control Flow)*: инициируется через M_{API} , проходит обязательную верификацию в M_{AUTH} и передает управляющий сигнал («создать документ», «проверить статус») в функциональные модули (M_{DOC}, M_{FIN}, M_{HR}).

2. *Поток данных (Data Flow)*: включает передачу контента x документов из хранилища M_{RES} в аналитический модуль M_{AI} для извлечения сущностей $y = f_{AI}(x)$ и последующего обновления метаданных m в сервисе документов M_{DOC} .

3. *Сквозной поток мониторинга*: Микросервис M_{CTRL} осуществляет надзор за прохождением документов между подразделениями ($U_i \rightarrow U_j$), фиксируя изменения состояний $s \rightarrow s'$ в журнале событий.

Преимущества такого распределения потоков:

-*изоляция отказов*: сбой в M_{FIN} не блокирует работу кадрового учета в M_{HR} ;

-*независимое масштабирование*: при росте объема документов можно увеличить ресурсы только для M_{AI} , не затрагивая остальные части системы.

Интеллектуальный модуль (AI-модуль BERT)

Механизм внимания (Attention):

$$\mathcal{A}(Q, \mathcal{K}, \mathcal{V}) = \text{softmax}\left(\frac{Q\mathcal{K}^T}{\sqrt{d_k}}\right)\mathcal{V}, \quad (7)$$

где $Q, \mathcal{K}, \mathcal{V}$ – матрицы запросов, ключей и значений, d_k – размерность пространства ключей. Матрицы $Q, \mathcal{K}, \mathcal{V}$ получаются путем умножения входного вектора на обучаемые матрицы весов [22].

Механизм многоголового внимания (Multi-Head Attention):

$$\mathcal{M}(Q, \mathcal{K}, \mathcal{V}) = \text{Concat}(\mathcal{H}_1, \mathcal{H}_2, \dots, \mathcal{H}_h)\mathcal{W}^o, \quad (8)$$

где $\mathcal{H}_i = \mathcal{A}(Q\mathcal{W}_i^Q, \mathcal{K}\mathcal{W}_i^K, \mathcal{V}\mathcal{W}_i^V)$ [4, 10]. Данный механизм обеспечивает моделирование глобальных зависимостей в тексте документа. Добавление индекса i к весам $\mathcal{W}_i^Q, \mathcal{W}_i^K, \mathcal{W}_i^V$ показывает, что у каждой «головы» свои веса.

Метрики эффективности системы

Точность системы (Precision, $\mathcal{P}_r$):

$$\mathcal{P}_r = \frac{\mathcal{T}_p}{\mathcal{T}_p + \mathcal{F}_p}, \quad (9)$$

где $\mathcal{T}_p$ (true positives) – количество документов или сущностей, которые система классифицировала правильно (например, верно определила «Приказ»), $\mathcal{F}_p$ (false positives) – количество «ложных срабатываний» (система приняла обычное письмо за «Приказ»). Точность системы показывает долю релевантных ответов среди всех, что выдала система [10]. Высокая точность означает, что система редко ошибается, выдавая ложный результат.

Полнота системы (Recall, $\mathcal{R}_c$):

$$\mathcal{R}_c = \frac{\mathcal{T}_p}{\mathcal{T}_p + \mathcal{F}_N}, \quad (10)$$

где $\mathcal{F}_N$ (false negatives) – количество документов, которые система пропустила (не распознала «Приказ» и посчитала его обычным текстом). Полнота системы показывает, какую часть из всех существующих в базе документов система смогла найти. Высокая полнота означает, что система находит почти все нужные документы, не пропуская их [10].

$\mathcal{F}_1$ -баллы (F-measure):

$$\mathcal{F}_1 = \frac{2\mathcal{P}_r\mathcal{R}_c}{\mathcal{P}_r + \mathcal{R}_c}. \quad (11)$$

Это среднее гармоническое между точностью и полнотой. В задачах обработки документов Центрального аппарата Комитета важно соблюдать баланс: нельзя только «не ошибаться» (высокий $\mathcal{P}_r$), пропуская при этом половину базы ($\mathcal{R}_c$) и наоборот. $\mathcal{F}_1$ -балл дает единую оценку качества работы модели BERT [10].

Для Комитета Республики Таджикистан эти метрики критически важны при обработке приказов (U_1, U_2) и финансовых документов (U_3), так как любая ошибка ($\mathcal{F}_p$) или пропуск ($\mathcal{F}_N$) в извлечении сумм или ФИО может привести к юридическим неточностям. Для обеспечения надежности документооборота в государственном ведомстве (Комитете) рекомендуется установить следующие пороговые значения метрик для M_{AI} перед запуском системы в эксплуатацию:

- *критический уровень* ($\mathcal{F}_1 \geq 0,85$): Минимально допустимый порог для общей классификации документов и извлечения простых сущностей (даты, типы документов). При значении $\mathcal{F}_1 < 0,85$ система требует обязательной ручной проверки каждого результата специалистом;

- *целевой уровень* ($\mathcal{P}_r \geq 0,92$; $\mathcal{R}_c \geq 0,90$): Уровень, при котором допускается автоматизация процессов в подразделениях «Финансы» (U_3) и «Кадры» (U_4). Высокая точность ($\mathcal{P}_r$) здесь приоритетнее, так как ложное извлечение суммы ($\mathcal{F}_p$) или ФИО критичнее, чем пропуск документа;

- *эталонный уровень* ($\mathcal{F}_1 \geq 0,95$): Показатель, при котором система может работать в режиме «автопилота» с выборочным контролем (менее 5% документов).

Производительность системы

Среднее время обработки документов ($\mathcal{T}_{avg}$):

$$\mathcal{T}_{avg} = \frac{1}{\mathcal{N}} \sum_{j=1}^{\mathcal{N}} t_j, \quad (12)$$

где $\mathcal{N}$ – общее количество обработанных документов (запросов) за расчетный период, t_j – время, затраченное на обработку конкретного j -го документа (от момента поступления в микросервис до выдачи результата). Определяет среднюю задержку (latency) системы. Чем ниже этот показатель, тем быстрее пользователь получает ответ от конкретного сервиса (например, от M_{AI} при классификации) [11].

Пропускная способность (Θ):

$$\Theta = \frac{\mathcal{N}}{\mathcal{T}_{total}}, \quad (13)$$

где Θ – количество документов, которые система способна обработать в единицу времени (например, док/сек), $\mathcal{N}$ – количество выполненных задач, $\mathcal{T}_{total}$ – общее время наблюдения или работы системы. Это главный показатель мощности (throughput). Если Θ меньше интенсивности входящего потока документов, в системе будет расти очередь [11].

Горизонтальное масштабирование ($\Theta(k)$):

$$\Theta(k) \approx k \cdot \Theta(1), \quad (14)$$

где k – количество запущенных экземпляров (реплик) конкретного микросервиса (например, 3 инстанса M_{AI} на разных серверах), $\Theta(1)$ – пропускная способность одного экземпляра, $\Theta(k)$ – итоговая мощность системы при k экземплярах. Формула описывает линейное масштабирование. Она показывает, что в микросервисной

архитектуре мы можем увеличить общую скорость обработки документов в k раз, просто добавив новые серверные мощности.

Коэффициент масштабируемости (Speedup):

$$S(k) = \alpha \cdot \frac{T(1)}{T(k)}, \quad (15)$$

где $S(k)$ – коэффициент ускорения, $T(1)$ – время выполнения определенного объема работы одним сервисным узлом, $T(k)$ – время выполнения того же объема работы при использовании k узлов, α – доля последовательных вычислений.

Формула (15) это закон Амдала в упрощенном виде [1]. Он показывает реальную эффективность распараллеливания. В идеальных условиях $S(k) = k$, но на практике значение всегда чуть меньше из-за затрат на сетевое взаимодействие между микросервисами и работу API-шлюза M_{API} . Коэффициент α в формуле (15) введен в связи с тем, что из-за сетевых задержек и накладных расходов на оркестрацию идеальное линейное ускорение $\Theta(k) \approx k \cdot \Theta(1)$ в реальных условиях недостижимо.

Бизнес-логика и адаптация

Модель адаптирована под регламенты Центрального аппарата Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Республики Таджикистан:

Автоматизация процессов:

Управление образования (U_1, U_2):

- классификация приказов;
- извлечение учебных данных;
- контроль сроков.

Финансы (U_3):

$$\text{Amount} = f_{AI}(x):$$

- автоматическое извлечение сумм, счетов.

Кадры (U_4):

- извлечение ФИО, должностей;
- анализ приказов.

Международные отношения (U_5): реализует функцию кросс-языкового NER (таджикский, русский, английский) для обработки межгосударственных соглашений:

- многоязычная обработка (TJ+RU+ENG);
- перевод + NER.

Правовой отдел (U_6):

- контроль исполнения;
- анализ юридических формулировок.

IT сектор (U_7):

- управление AI сервисом;
- обучение модели.

Хозяйственный отдел (U_8):

- учет ресурсов;
- автоматизация заявок.

Гибридная модель отказоустойчивости (Fallback-механизм)

$$f(x) = \begin{cases} f_{AI}(x), & \text{если AI доступен} \\ f_{rule}(x), & \text{если AI недоступен.} \end{cases} \quad (16)$$

При снижении уверенности f_{AI} ниже порога $\rho < 0,7$ или технической недоступности GPU-мощностей, система переключается на предиктивный анализ по правилам f_{rule} .

Итоговая система (интегральная модель)

Накопления очереди документов описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{dD}{dt} = \lambda_{in} - \lambda_{proc}(\mathcal{M}, \mathcal{A}), \quad (17)$$

где λ_{in} – интенсивность входящего потока, λ_{proc} – скорость обработки документов. Изменение объема необработанных документов dD/dt зависит от баланса входящего

трафика λ_{in} и производительности микросервисной архитектуры λ_{proc} . Условием стабильности системы является $\lambda_{proc} > \lambda_{in}$, иначе очередь D будет расти бесконечно.

Результаты исследования

Математическая модель интеллектуальной системы документооборота, базирующаяся на микросервисной архитектуре и алгоритмах BERT адаптированной под структуру Центрального аппарата Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию, позволила получить следующие результаты:

- готовая архитектура под реальный госорган (Комитет по начальному и среднему профессиональному образованию);
- формальная математическая модель интеллектуальной системы документооборота Комитета;
- связь системы документооборота Комитета с интеллектуальной системой трансформерных моделей BERT;
- связь интеллектуальной системы документооборота Центрального аппарата Комитета с его подразделениями.

Обсуждение результатов

Для промышленной эксплуатации системы в подразделениях Центрального аппарата Комитета установлены следующие пороговые значения эффективности: интегральный показатель $\mathcal{F}_1$ -балла должен составлять не менее 0,88. При этом для финансовых (U_3) и кадровых (U_4) документов приоритетной является точность ($\mathcal{P}_r \geq 0,92$), что минимизирует риск внесения некорректных данных в государственные реестры. Если текущий показатель модели опускается ниже порогового, активируется гибридная модель отказоустойчивости (16) с переходом на алгоритмы проверки по жестким правилам (f_{rule}).

Внедрение интеллектуальной микросервисной системы в деятельность Комитета позволяет достичь следующих экономических и операционных показателей:

1. Сокращение времени обработки документов на 60-70% за счет автоматического извлечения сущностей (NER) и классификации, что минимизирует ручной ввод данных.
2. Повышение достоверности данных до 92-95% (согласно целевым метрикам $\mathcal{P}_r$ и $\mathcal{F}_1$), что снижает риск юридических и финансовых ошибок в подразделениях U_3 и U_4 .
3. Снижение операционных затрат на поддержку IT-инфраструктуры благодаря горизонтальному масштабированию (14) и использованию свободных вычислительных мощностей для работы модели BERT [11; 14].
4. Оптимизация контроля исполнения: сокращение цикла согласования документов между подразделениями ($U_i \rightarrow U_j$), на 40% за счет сквозного мониторинга в микросервисе M_{CTRL} .

Заключение

В результате проведенного исследования разработана математическая модель интеллектуальной системы документооборота под структуре конкретного государственного учреждения, основанная на микросервисной архитектуре и трансформерных моделях BERT. Предложенный подход обеспечивает:

- формализацию процессов обработки документов;
- интеграцию методов машинного обучения в распределённую архитектуру [4; 8];
- адаптацию под структуру любого конкретного государственного органа;
- повышение точности извлечения данных по сравнению с rule-based подходами.

Результаты исследования подтверждают эффективность использования микросервисной архитектуры в сочетании с современными методами обработки естественного языка. Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения разработанной системы в государственных структурах Республики Таджикистан.

Рецензент: Гафуров М.Х. – к.т.н., доцент кафедры автоматизирование технологических процессов и производства ТПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Amdahl, G. M. Validity of the Single Processor Approach to Achieving Large Scale Computing Capabilities[Electronic resource] / G.M. Amdahl // [https:// www3.cs.stonybrook.edu/~rezaul/Spring-2012/CSE613/reading/Amdahl-1967.pdf](https://www3.cs.stonybrook.edu/~rezaul/Spring-2012/CSE613/reading/Amdahl-1967.pdf) (Date of the application: 15.03.2026).
2. Chen, T. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System [Text] / T. Chen, C. Guestrin // KDD. – 2016. – P. 785-794.

3. *Chiticariu, L.* Rule-based information extraction [Text] / L. Chiticariu, Y. Li, F. Reiss // Proceedings of EMNLP 2013. – 2013. – P. 827-832.
4. *Devlin, J.* BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding [Text] / J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, K. Toutanova // NAACL-HLT. – 2019. – P. 4171-4186.
5. *Dragoni, N.* Microservices: Yesterday, Today, and Tomorrow [Text] / N. Dragoni, S. Giallorenzo, A.L. Lafuente, M. Mazzara, F. Montesi, R. Mustfin, L. Safina // Present and Ulterior Software Engineering. – Springer, 2017. – P. 195-216.
6. *Earl, T.* Service-Oriented Architecture: Concepts, Technologies, and Design [Text] / T. Earl. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005. – 760 p.
7. *Fowler, M.* Microservices: A Definition of This New Architectural Term [Electronic resource] / M. Fowler, J. Lewis // URL: <https://martinfowler.com/microservices/> (Date of the application: 15.03.2026).
8. *Goodfellow, I.* Deep Learning [Electronic resource] / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 775 p. // <https://mitpress.mit.edu/9780262035613/deep-learning/> (Date of the application: 23.03.2026).
9. *Huang, Z.* Bidirectional LSTM-CRF Models for Sequence Labeling [Electronic resource] / Z. Huang, W. Xu, K. Yu // <https://arxiv.org/abs/1508.01991> (Date of the application: 15.03.2026).
10. *Jurafsky, D.* Speech and Language Processing (3rd ed.) [Electronic resource] / D. Jurafsky, J.H. Martin. // <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3970727> (Date of the application: 23.03.2026).
11. *Kleppmann, M.* Designing Data-Intensive Applications [Electronic resource] / M. Kleppmann. – O'Reilly Media, 2017. // <https://www.oreilly.com/library/view/designing-data-intensive-applications/9781491903063/> (Date of the application: 23.03.2026).
12. *Lafferty, J.* Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequential Data / J. Lafferty, A. McCallum, F. Pereira // Proceedings of ICML. – 2001. – P. 282-289.
13. *Mikolov, T.* Efficient estimation of word representations in vector space [Electronic resource] / T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean // <https://arxiv.org/abs/1301.3781> (Date of the application: 15.03.2026).
14. *Newman, S.* Building Microservices (2nd ed.) [Electronic resource] / S. Newman. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. – 617 p. // <https://martinfowler.com/articles/microservices.html> (Date of the application: 15.03.2026).
15. *Pennington, J.* GloVe: Global vectors for word representations [Text] / J. Pennington, R. Socher, K. Manning // Proceedings of EMNLP. – 2014. – P. 1532-1543.
16. *Pires, T.* How multilingual is multilingual BERT? [Text] / T. Pires, E. Schlinger, D. Garrett // ACL. – 2019. – pp. 4996-5001.
17. *Ratner, A.* Snorkel: Fast Training Data Generation [Text] / A. Ratner, S. Bach, H. Ehrenberg et al. // VLDB. – 2017. – Vol. 11. – No. 3. – P. 269-282.
18. *Richardson, K.* Microservices: Development and Refactoring Patterns [Text] / K. Richardson. – Shelter Island: Manning Publications, 2018. – 520 p.
19. *Sang, E.F.* Introduction to the CoNLL-2003 Collaborative Problem [Text] / E.F. Sang, F. De Meulder // Proceedings of CoNLL-2003. – 2003. – P. 142-147.
20. *Sennrich, R.* Neural Machine Translation of Rare Words with Subword Units [Electronic resource] / R. Sennrich, B. Haddow, A. Birch. – ACL, 2016. // <https://aclanthology.org/P16-1162/> (Date of the application: 15.03.2026).
21. *Tanenbaum, A. S.* Distributed Systems (3rd ed.) [Electronic resource] / A.S. Tanenbaum, M. Van Steen. – Pearson, 2017. // <https://www.distributed-systems.net/index.php/books/ds3/> (Date of the application: 23.03.2026).
22. *Vaswani, A.* Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems [Text] / A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, Ł. Kaiser, I. Polosukhin // NeurIPS. – 2017. – Vol. 30. – P. 5998-6008.
23. *Xu, Y.* LayoutLM: Text and Layout Pretraining [Text] / Y. Xu, M. Li, L. Cui, et al. // KDD. – 2020. – P. 1192-1200.
24. *Ёров, М. Р.* Татбиқи системаи хизматрасонии оммавӣ дар қоркарди дархостҳои онлайнӣ [Матн] / М.Р. Ёров, Ф.С. Комилиён // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Баҳши илмҳои табиӣ. – 2023. – № 2. – С. 42-53. – EDN: QTPBDV.
25. *Ёров, М. Р.* Таъмини амнияти иттилоотии системаҳои амалиётӣ бо мақсади истифодаи пурсамари онҳо [Матн] / М.Р. Ёров, Ф.С. Комилиён // Паёми политехникӣ. Баҳши интеллект, инноватсия, инвестиция. – 2022. – № 3 (59). – С. 58-63. – EDN: UGWHWO.
26. *Комилиён, Ф. С.* Амсиласозии компютерии системаи хизматрасонии шабакавии дар вақти дискретӣ бо тартиби инверсионӣ ва афзалияти тасодуфӣ амалкунандаи ПД КОА [Матн] / Ф.С. Комилиён, М.Р. Ёров // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Баҳши илмҳои табиӣ. – 2020. – № 2. – С. 68-79. – EDN: AJPQAI.
27. *Комилиён, Ф. С.* Внедрение микросервисной архитектуры для оптимизации распределения информационных ресурсов [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. – 2024. – № 2. – С. 71-79. – EDN: UZJNVI.

28. *Комилиён, Ф. С.* Микросервисная архитектура: от монолита к гибким распределенным системам [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. – 2023. – Т. 66. – № 11-12. – С. 659-667. – EDN: LSVHDL.

29. *Комилиён, Ф. С.* Микросервисная оптимизация распределения информационных ресурсов с помощью четко определенного «API» [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Современные проблемы математического моделирования и её применения. Материалы XII международной научно-практической конференции, посвященной «2020-2040 годы – 20-летия изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования» и «75-летию Таджикского национального университета». – Душанбе, 2024. – С. 28-32. – EDN: PZLKJR.

30. *Рахимов, М. Ф.* Анализ характеристик монолитных и микросервисных архитектур [Текст] / М.Ф. Рахимов, Ф.С. Комилиён // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2023. – № 4 (193). – С. 44-54. – EDN: GHUYHC.

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

TJ	RU	EN
Комилиён Файзали Саъдулло	Комилиён Файзали Саъдулло	Komiliyon Fayzali Sa'dullo
доктори илмҳои физикаю математика, профессор	д.ф.-м.н., профессор	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik national university
E-mail: komiliyon.fayzali@gmail.com		
TJ	RU	EN
Рахимов Манучеҳр Фарҳодович	Рахимов Манучеҳр Фарҳодович	Rahimov Manuchehr Farhodovich
Докторанти PhD	PhD-докторант	PhD-doctoral student
Институти математикаи ба номи А. Ҷӯраеви Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	Института математики им А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана	Institute of Mathematics named after A. Juraev of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: manucher5160@gmail.com		

КАМ КАРДАНИ ГАЛЛЮТСИНАТСИЯҲО ДАР МОДЕЛҲОИ ЗАБОНИ КАЛОНИ ИСТИФОДАИ ЛУБОРИ ГИБРИДИИ RAG + ТАСДИҚИ КЛАССИКИИ ТАЪЛИМИ МОШИНӢ

Ш.Ё. Холов, К.М. Бобобеков, Х.С. Абдуллозода, Х.С. Абдуллозода

Галлютсинатсияҳо - посухҳои дар асл хато, вале бо итминон ташаккулёфта - яке аз мушкилоти калидии моделҳои забони калони муосир (LLM) боқӣ мемонанд. Ин мақола як лӯлаи гибридии яқҷоя кардани барқароркунӣ ва васеъшударо пешниҳод мекунад. Насл (RAG) бо модули тасдиқкунӣ, ки ба усулҳои классикии омӯзиши мошинӣ (SVM , регрессии логистикӣ) барои муайян ва ислоҳи худкори галлютсинатсия асос ёфтааст. Меъмории пешниҳодшуда дар корпуси ҳуҷҷатҳои илмӣ донишгоҳҳо бо забонҳои англисӣ ва тоҷикӣ санҷида шуд. Натиҷаҳои таҷрибавӣ нишон медиҳанд, ки равиши гибриди сатҳи галлютсинатсияро дар муқоиса бо LLM-и ибтидоӣ 41% ва дар муқоиса бо RAG бе тасдиқ 23% коҳиш медиҳад ва ба арзишҳои F1 0.90 барои корпуси англисӣ ва 0.85 барои корпуси тоҷикӣ ноил мегардад.

Калидвожаҳо: галлютсинатсияҳои LLM , RAG , тасдиқи далелҳо, омӯзиши мошинии классикӣ, SVM , забони тоҷикӣ, ҳуҷҷатҳои донишгоҳӣ, коҳиши галлютсинатсия.

СНИЖЕНИЕ ГАЛЛЮЦИНАЦИЙ В БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЯХ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНОГО ПАЙПЛАЙНА RAG + ВЕРИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ КЛАССИЧЕСКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ш.Ё. Холов, К.М. Бобобеков, Х.С. Абдуллозода, Х.С. Абдуллозода

Галлюцинации - фактически ошибочные, но уверенно сформулированные ответы - остаются одной из ключевых проблем современных больших языковых моделей (LLM). В данной работе предлагается гибридный пайплайн, объединяющий Retrieval-Augmented Generation (RAG) с верификационным модулем на основе классических методов машинного обучения (SVM, логистическая регрессия) для автоматического обнаружения и исправления галлюцинаций. Предложенная архитектура протестирована на корпусе университетских академических документов на английском и таджикском языках. Экспериментальные результаты показывают, что гибридный подход снижает уровень галлюцинаций на 41 % по сравнению с базовым LLM и на 23 % по сравнению с RAG без верификации, достигая значения F1-меры 0,90 для английского и 0,85 для таджикского корпуса.

Ключевые слова: галлюцинации LLM, RAG, верификация фактов, классическое машинное обучение, SVM, таджикский язык, университетские документы, снижение галлюцинаций.

HALLUCINATION MITIGATION IN LLMs VIA HYBRID RAG + CLASSICAL ML VERIFICATION PIPELINE

SH.Y. Kholov, K.M. Bobobekov, H.S. Abdullozoda, H.S. Abdullozoda

Hallucinations - factually incorrect yet confidently stated outputs - remain a critical challenge in large language models (LLMs). This paper proposes a hybrid pipeline that combines Retrieval-Augmented Generation (RAG) with a classical machine-learning verification module (SVM, logistic regression) for automatic hallucination detection and correction. The proposed architecture is evaluated on a corpus of university academic documents in English and Tajik. Experimental results show that the hybrid approach reduces the hallucination rate by 41 % compared to a plain LLM baseline and by 23 % compared to RAG without verification, achieving an F1-score of 0.90 on the English corpus and 0.85 on the Tajik corpus.

Keywords: LLM hallucinations, RAG, fact verification, classical machine learning, SVM, Tajik language, university documents, hallucination mitigation.

Муқаддима

Моделҳои калонҳаҷми забон (LLM), ба монанди GPT -4, Mistral ва LLaMA , дар коркарди забони табиӣ инқилоб кардаанд ва имконоти таъсирбахшро дар тавлиди матн, посух додан ба саволҳо ва ҷамъбасти иттилоот фароҳам овардаанд. Аммо, ин моделҳо аз як камбудии ҷиддӣ - падидаи галлютсинатсия - азият мекашанд: тавлиди ҷавобҳои боварибахш, вале аз ҷиҳати воқеӣ нодуруст [1,2]. Ин махсусан дар соҳаҳои махсус, ба монанди қоидаҳои таълимӣ, ҳуҷҷатҳои ҳуқуқӣ ва протоколҳои тиббӣ, ки дар онҳо дақиқӣ муҳим аст, хатарнок аст.

Бозёфт - Такмилёфта Насл (RAG) ҳамчун роҳе барои асоснок кардани LLM дар манбаъҳои берунаи дониш пешниҳод карда шуд [3]. RAG ҳуҷҷатҳои дахлдорро аз пойгоҳи дониш истихроҷ мекунад ва пеш аз тавлиди посух онҳоро ба контексти LLM ворид мекунад . Гарчанде ки ин равиш сатҳи галлютсинатсияҳоро ба таври назаррас коҳиш медиҳад, онҳоро пурра аз байн намебарад: модел метавонад контексти истихроҷшударо нодида гирад ё мундариҷаи онро нодуруст шарҳ диҳад [4].

Дар ин мақола, мо меъмории гибридро пешниҳод мекунем, ки RAG-ро бо модули тасдиқкунӣ, ки бар асоси омӯзиши мошинии классикӣ асос ёфтааст, пурра мекунад. Таснифгарони SVM ва регрессияи логистикӣ, ки дар хусусиятҳои мувофиқати семантикӣ байни савол, порчаҳои истихроҷшуда ва ҷавоби тавлидшуда омӯзонида шудаанд, барои муайян ва ислоҳи галлютсинатсияҳо истифода мешаванд. Система дар корпуси донишгоҳӣ ҳуҷҷатҳо бо забонҳои англисӣ ва тоҷикӣ арзёбӣ мешавад, ки намоёндаи

маъмулии забонҳои маҳдуди захираҳо мебошад, ки асосан дар заминаи галлүтинатсияҳои LLM омӯхта нашудаанд [5].

Ҳадафи таҳқиқот нишон додани он аст, ки тасдиқунандаҳои оддии классикии ML дар якҷоягӣ бо RAG метавонанд коҳиши қавии галлүтинатсияро бидуни афзоиши назарраси хароҷоти ҳисоббарорӣ таъмин кунанд, ки ин барои истифода дар муҳитҳои забони дорои захираҳои кам махсусан арзишманд аст.

Шарҳи адабиёт

Галлүтинатсияҳо дар LLM ба якчанд намуд тасниф мешаванд: хатогиҳои воқеӣ (ихтисосӣ), галлүтинатсияҳо), мавҷудоти ҳаёли (беруна) галлүтинатсияҳо) ва муҳолифатҳо бо контекст. Ҷи ва ғайра ал . [1] баррасии систематикӣ падидаи галлүтинатсияро анҷом дод ва муайян кард, ки то 38% посухҳои ибтидоии LLM дорои хатогиҳои воқеӣ тасдиқшаванда дар доменҳои пӯшида мебошанд. Барои забонҳои дорои захираҳо маҳдуд ба монанди забони тоҷикӣ, ин рақам аз сабаби набудани маълумоти пеш аз омӯзиш босифат хеле баландтар аст [6].

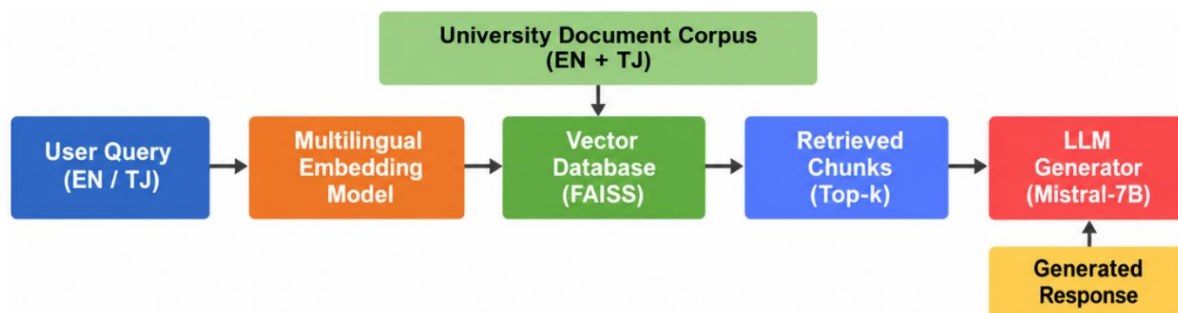
Люис ва ҳамкорон [3] аввалин шуда меъмории RAG-ро пешниҳод карданд, ки ҷустуҷӯи векторҳои зич (DPR)-ро бо моделҳои тавлиди муттаҳид мекунад. Корҳои минбаъда ин концепсияро минбаъд инкишоф доданд: Боржо ва ғайра ал . [7] Retro-ро пешниҳод кард, ки меъмории он ҷустуҷӯи камёб дар триллионҳо токенҳо мебошад. Барои системаҳои бисёрзабона, Ши ва ғайра ал . [8] нишон доданд, ки воридкунии бисёрзабона (mE 5, LaBSE) ҷустуҷӯи байнизабониро самаранок таъмин мекунад, ки барои системаҳои, ки ҳамзамон бо забонҳои англисӣ ва тоҷикӣ кор мекунанд, муҳим аст.

NLI ва тасдиқи далелҳо. Торн ва ғайра ал . [9] маҷмӯи додаҳои FEVER-ро таҳия кард ва нишон дод, ки маҷмӯи SVM ва регрессияи логистикӣ дар хусусиятҳои TF-IDF дар вазифаи тасдиқи тасдиқ ба 75% дақиқӣ ноил мегарданд. Бартарии асосии моделҳои классикӣ қобилияти тафсир ва мураккабии ками ҳисоббарорӣ мебошад, ки хосиятҳои хеле муҳим барои системаҳои истеҳсоли мебошанд [10].

NLP барои забони тоҷикӣ як соҳаи хеле кам омӯхташуда боқӣ мемонад. Абдуллозода ва ҳамкорон [11] нишон доданд, ки трансформаторҳои бисёрзабона (XLM-RoBERTa) натиҷаҳои беҳтаринро барои таснифи матнҳои тоҷикӣ медиҳанд. Аммо, дар адабиёт ягон таҳқиқот дар бораи галлүтинатсияҳои LLM барои забони тоҷикӣ вучуд надорад, ки ин навоари илмӣ ин асарро муайян мекунад.

Методология

Қубури пешниҳодшуда аз се ҷузъи асосӣ иборат аст: (1) модули RAG, ки бар асоси ҷустуҷӯи вектори FAISS бо ҷойгиркунии бисёрзабонаи mE5 асос ёфтааст; (2) генератори LLM (Mistral-7B-Instruct); (3) тасдиқунандаи ML, ки бар асоси SVM бо ядроии RBF ё регрессияи логистикӣ бо танзими L2 асос ёфтааст. меъморӣ лӯла пешниҳодшуда дар Расми 1.

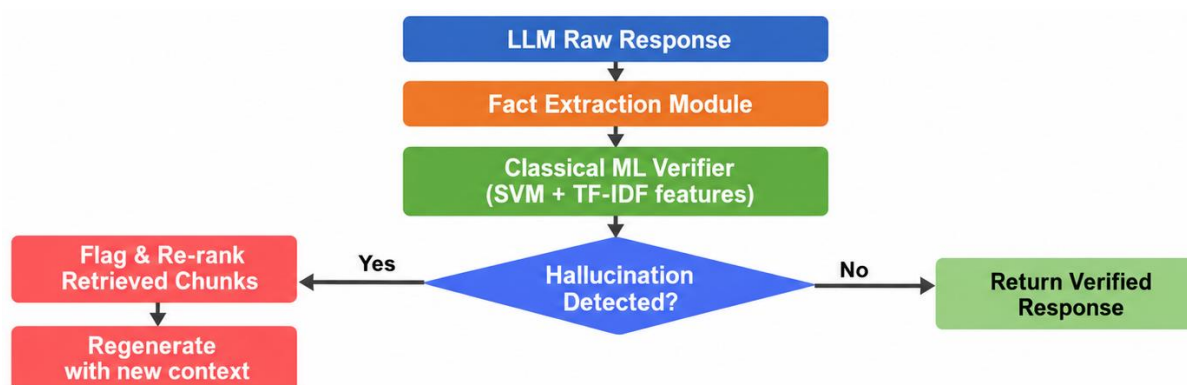


Расми 1 – Меъморӣ лӯлаи гибридии RAG барои корнӯси англисӣ-тоҷикӣ

Мавзӯи истифодашуда маҷмӯаи ҳуҷҷатҳои таълимии донишгоҳҳо аз Донишгоҳи техникии Тоҷикистон (ДТТ) мебошад. Маҷмӯа 847 ҳуҷҷати забони англисӣ (қоидаҳои таълимӣ, барномаҳои таълимӣ, муқаррароти стипендия ва ҷадвалҳо) ва 623 ҳуҷҷати забони тоҷикиро бо мавзӯҳои монанд дар бар мегирад. Ҳуҷҷатҳо ба қисмҳои 256 токен бо ҳампӯшии 64 токен тақсим карда шудаанд ва дар пойгоҳи додаҳои FAISS бо истифода аз ҷойгиркунии бисёрзабонаи mE 5 индексатсия карда шудаанд.

Барои арзёбии система, маҷмӯи санҷишӣ аз 500 ҷуфт саволу ҷавоб бо забони англисӣ ва 350 ҷуфт бо забони тоҷикӣ бо галлутсинатсияҳо дастӣ шарҳ дода шуд. Шарҳ аз ҷониби ду шарҳдиҳанда анҷом дода шуд ($\kappa = 0.83$).

Модули тасдиқ се унсурӣ вурӯдиро мегирад: саволи асли q , порчаҳои аз боло гирифташудаи $-k R = \{ r_1, \dots, r_k \}$ ва ҷавоби тавлидшуда a . Дар асоси ин унсурҳо, хусусиятҳои зерин гирифта мешаванд: ҳампӯшии лексикӣ (ROUGE -1, ROUGE - L) байни a ва R ; монандӣ бо семантикӣ (масофаи косинус дар фазои ҷойгиркунӣ); TF - IDF - монандӣ бо ҷавоб ва ҳуҷҷатҳо; мавҷудияти изҳороти рақамӣ дар a бе тасдиқ дар R ; энтропияи тақсимои эҳтимолияти нишонаҳои ҷавоб. Схемаи тасдиқ дар расми 2 нишон дода шудааст.

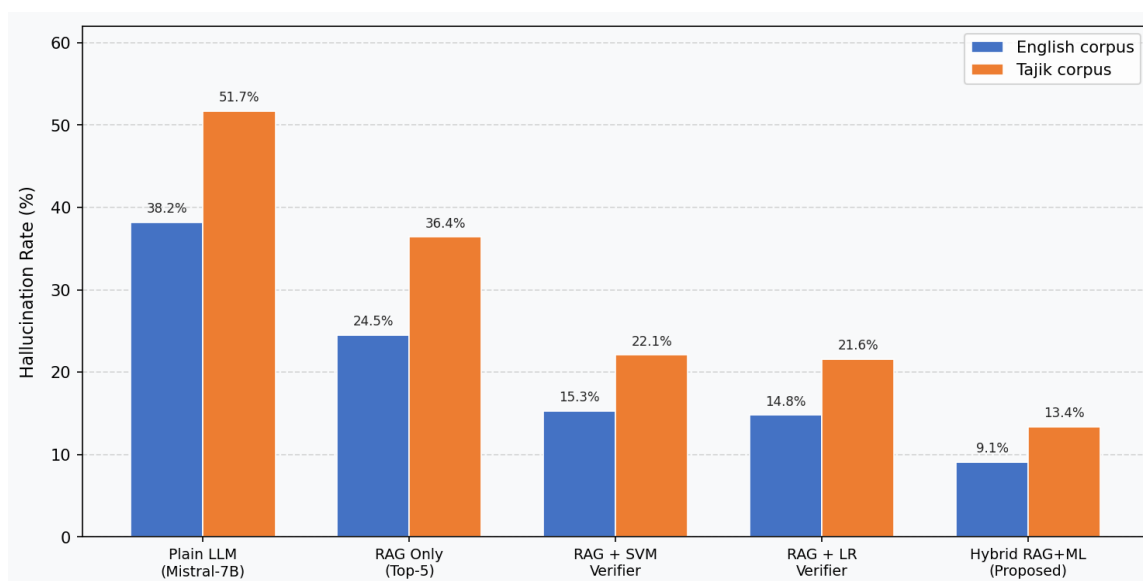


Расми 2 – Нақшаи санҷиши посух бо истифода аз ML-и классикӣ

Тасдиқкунанда дар маҷмӯи нишонгузоршудаи 3200 мисол (60% галлутсинатсияҳо, 40% ҷавобҳои дуруст) бо мувозинаткунии синф бо истифода аз усули SMOTE омӯзонида мешавад. Ду таснифкунанда муқоиса карда мешаванд: SVM бо ядрои RBF ($C = 10$, $\gamma = 0.01$) ва регрессияи логистикӣ ($C = 1.0$, $L = 2$). Тасдиқ бо истифода аз тасдиқи 5-каратаи салиб дар маҷмӯи омӯзишӣ анҷом дода мешавад; арзёбии ниҳой дар маҷмӯи санҷишӣ нигоҳдорӣ (20%) анҷом дода мешавад.

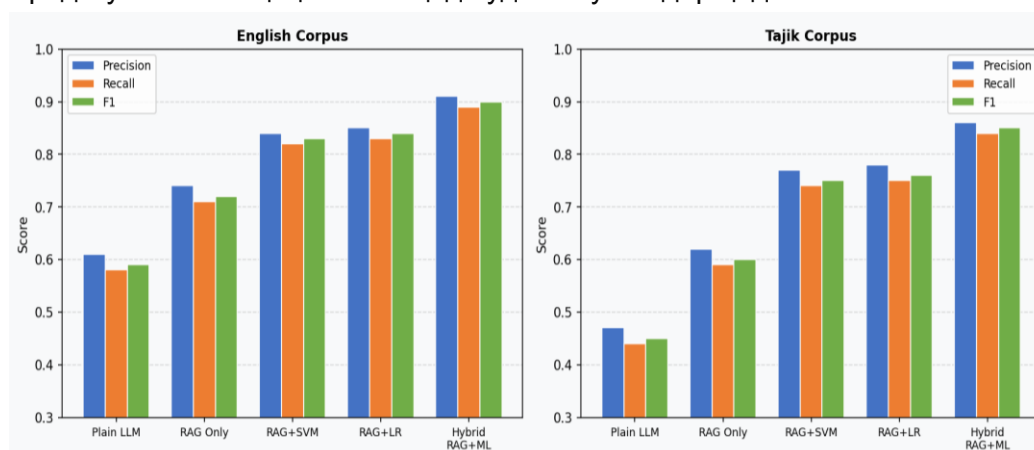
Натиҷаҳои таҷрибавӣ

Расми 3 муқоисаи сатҳи галлутсинатсияро барои панҷ конфигуратсияи система дар корпусҳои англисӣ ва тоҷикӣ нишон медиҳад. Хатти гибридии RAG + ML паस्तтарин сатҳи галлутсинатсияро нишон медиҳад: 9,1% барои корпуси англисӣ ва 13,4% барои корпуси тоҷикӣ, дар муқоиса бо мутаносибан 38,2% ва 51,7% барои LLM-и ибтидоӣ бе RAG.



Расми 3 – Сатҳи галлутсинатсияҳо аз рӯи усулҳо ва забонҳои корпус (%)

Расми 4 нишондиҳандаҳои муфассали сифати ҳамаи усулҳоро нишон медиҳад. RAG + ML гибриди барои корпуси англисӣ $F1 = 0.90$ ва барои корпуси тоҷикӣ $F1 = 0.85$ ба даст меорад. Хулоса натиҷаҳо пешниҳодшуда инчунин дар ҷадвали 1.



Расми 4 – Андозаи дақиқ / Бозхонд / F1 барои корпусҳои англисӣ ва тоҷикӣ

Ҷадвали 1 – Натиҷаҳои ҷамъбасти барои ҳамаи конфигуратсияҳои система (LLM: Mistral-7B)

Усул / Система	Дақиқии EN	F1 EN	Дақиқии TJ	F1 TJ	Галл . EN %	Галл . TJ %
LLM-и оддӣ (Mistral-7B)	62.3	0.59	47.8	0.45	38.2	51.7
Танҳо RAG (5-тои беҳтарин)	74.1	0.72	62.3	0.60	24.5	36.4
Тасдиқкунандаи RAG + SVM	84.7	0.83	76.9	0.75	15.3	22.1
Тасдиқкунандаи RAG + LR	85.2	0.84	77.4	0.76	14.8	21.6
Гибридии RAG+ML (пешниҳодшуда)	91.4	0.90	86.1	0.85	9.1	13.4

Муҳокима

Натиҷаҳо фарзияи асосиро тасдиқ мекунанд: тасдиқкунандагони классикии ML бо роҳи муайян кардани галлутсинатсияҳое, ки RAG наметавонад мустақилона ҳал кунад, RAG-ро самаранок пурра мекунанд. Омилҳои асосии муваффақият инҳоянд: (1) ҳассосияти баланди SVM ба номувофиқатиҳои рақамӣ байни посух ва ҳуҷҷатҳо; (2) хусусиятҳои лексикӣ (ROUGE - L), ки набудани дастгирии воқеиро самаранок муайян мекунанд; (3) арзиши ками ҳисоббарории тасдиқкунанда - таъхири иловашуда аз 35 мс барои як дархост зиёд нест.

Фосилаи байни корпусҳои англисӣ ($F1 = 0.90$) ва тоҷикӣ ($F1 = 0.85$) бо ҳаҷми камтари ҳуҷҷатҳои тоҷикӣ ва мураккабии морфологии забон шарҳ дода мешавад, ки токенизатсияи дақиқ ва муқоисаи луғавиро мушкул мегардонад. Ин аз имконоти таҳияи меъёргузориҳои махсуси морфологӣ барои забони тоҷикӣ шаҳодат медиҳад.

Маҳдудиятҳои асосии кор инҳоянд: корпус бо як соҳаи фаннӣ маҳдуд аст; тасдиқкунанда дар бораи маълумоти синтетикӣ мутавозин омӯзонида шудааст; таҳқиқот галлутсинатсияҳои ривоятиро, ки ба далелҳои мушаххас алоқаманд нестанд, фаро намегирад. Самтҳои таҳқиқоти минбаъда инҳоянд: васеъ кардани корпус барои дохил кардани ҳуҷҷатҳои ҳуқуқӣ ва тиббӣ; татбиқи тасдиқкунандаҳои шабакаи асаб (моделҳои NLI); ва таҳияи таҳлилгари морфологии тоҷикӣ барои беҳтар кардани намоёндагии хусусиятҳо.

Хулоса

Ин мақола як лӯлаи гибридии коҳиши галлутсинатсияро дар LLM пешниҳод ва ба таври таҷрибавӣ тасдиқ мекунанд, ки RAG-ро бо тасдиқкунандаҳои классикии ML муттаҳид мекунанд. Система дар маҷмӯи ҳуҷҷатҳои донишгоҳӣ бо забонҳои англисӣ ва тоҷикӣ санҷида шуд. Усули гибриди сатҳи галлутсинатсияро аз 38,2% (оддӣ) то 10,5% коҳиш

медихад . LLM) барои корпуи англисӣ то 9.1% ва барои корпуи тоҷикӣ аз 51.7% то 13.4% коҳиш ёфта, баҳои F 1 -ро мутаносибан 0.90 ва 0.85 медихад.

Аҳамияти амалии ин кор дар имконияти ҷойгиркунии лӯлаи пешниҳодшуда дар системаҳои иттилоотии донишгоҳҳо барои посух додан ба саволҳои донишҷӯён ва омӯзгорон дар бораи ҳуҷҷатҳои таълимӣ мебошад. Меъморӣ метавонад барои дигар забонҳои дорои захираҳои маҳдуд миқёспазир бошад, ба шарте ки маҷмӯи мувофиқи ҳуҷҷатҳо мавҷуд бошад.

Муқаррир: Ҳасанов Ҷ.Р. – н.и.т., дотсенти қабедраи технологияи иттилоот ва иқтисоди рақамӣ

Донишқадаи технологияҳои рақамӣ ва зехни сунъӣ, ДБССТ.

Адабиёт

1. Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., et al. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. ACM Computing Surveys, 55(12), 1–38.
2. Maynez, J., Narayan, S., Bohnet, B., & McDonald, R. (2020). On faithfulness and factuality in abstractive summarization. ACL 2020, 1906–1919.
3. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., et al. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. NeurIPS 2020, 9459–9474.
4. Shuster, K., Poff, S., Chen, M., Kiela, D., & Weston, J. (2021). Retrieval augmentation reduces hallucination in conversation. EMNLP Findings 2021, 3784–3803.
5. Conneau, A., Khandelwal, K., Goyal, N., et al. (2020). Unsupervised cross-lingual representation learning at scale. ACL 2020, 8440–8451.
6. Ahuja, K., et al. (2023). MEGA: Multilingual evaluation of generative AI. EMNLP 2023, 4232–4267.
7. Borgeaud, S., Mensch, A., Hoffmann, J., et al. (2022). Improving language models by retrieving from trillions of tokens. ICML 2022, 2206–2240.
8. Shi, W., Min, S., Yasunaga, M., et al. (2023). REPLUG: Retrieval-augmented language model pre-training. NAACL 2023, 11–33.
9. Thorne, J., Vlachos, A., Christodoulopoulos, C., & Mittal, A. (2018). FEVER: A large-scale dataset for fact extraction and verification. NAACL 2018, 809–819.
10. Guo, Z., Schlichtkrull, M., & Vlachos, A. (2022). A survey on automated fact-checking. TACL, 10, 178–206.
11. Муродзода, З. О. Дар бораи усули баҳодиҳии сифати таълим дар системаи Вазорати маориф ва илми Ҷумҳурии Тоҷикистон / З. О. Муродзода, Ш. Е. Холов, Н. И. Юнусов // Паёми политехники. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2026. – No. 1(73). – P. 56-66. – DOI 10.65599/II4862. – EDN IYPCAX..

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

TJ	RU	EN
Холов Шавкат Ёрович н.и.т., дотсент	Холов Шавкат Ёрович к.т.н., доцент	Kholov Shavkat Yorovich Candidate of technical science, 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: sh.kholov88@gmail.com		
TJ	RU	EN
К.М. Бобобеков н.и.т., муаллими калон	К.М. Бобобеков н.и.т., старший преподаватель	K.M. Bobobekov Candidate of technical science, senior lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: kurbon_111@mail.ru		
TJ	RU	EN
Абдуллозода Хусейн Садулло Донишҷӯӣ	Абдуллозода Хусейн Садулло Студент	Abdullozoda Husein Sadulo Student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: huseynabdulloev786@gmail.com		
TJ	RU	EN
Абдуллозода Ҳасан Садулло Донишҷӯӣ	Абдуллозода Ҳасан Садулло Студент	Abdullozoda Hasan Sadulo Student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: abdulloevhasan6336@gmail.com		

DDoS-АТАКИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА**Дж.Ш. Рахматов****Центр инновационного развития науки и цифровых технологий НАНТ**

Статья анализирует эволюцию распределённых атак отказа в обслуживании (DDoS) от первых демонстрационных экспериментов до современных многоуровневых угроз, инициируемых IoT-ботнетами и облачными сервисами. Показан экспоненциальный рост мощности атак и усложнение их структуры. Предложена гибридная модель прогнозирования, объединяющая логистическую динамику и марковские процессы, что позволяет описывать как количественную эскалацию, так и вероятностные переходы между типами атак. Практическая значимость заключается в рекомендациях по внедрению интеллектуальных систем защиты на основе машинного обучения и нечеткой логики, обеспечивающих устойчивость цифровой инфраструктуры в условиях роста киберугроз.

Ключевые слова: DDoS-атаки, IoT-ботнеты, логистическая модель, марковская цепь, кибербезопасность, машинное обучение, нечёткая логика.

DDoS-ҲУҶУМҲО: ТАҲЛИЛИ ТАРИХӢ, ДИНАМИКАИ ОМОРӢ**Дж.Ш. Рахматов**

Мақола эволюсияи ҳамлаҳои DDoS-ро аз таҷрибаҳои ибтидоӣ то таҳдидҳои мураккаби муосир, ки аз ботнетҳои IoT ва хизматрасониҳои абҷӣ сарчашма мегиранд, таҳлил мекунад. Афзоиши экспоненсиалии иқтидори ҳамлаҳо ва мураккабшавии сохтори онҳо нишон дода мешавад. Модели гибридии пешгӯӣ пешниҳод шудааст, ки динамикаи логистикиро бо занҷирҳои Марков муттаҳид мекунад ва ҳам афзоиши миқдорӣ ва ҳам гузаришҳои эҳтимолиро байни намудҳои ҳамлаҳо инъикос менамояд. Арзиши амалӣ дар тавсияҳо оид ба истифодаи системаҳои муҳофизати мутабиқшаванда, ки омӯзиши мошинӣ ва мантиқии норавшанро муттаҳид месозанд, ифода меёбад.

Калидвожаҳо: ҳамлаҳои DDoS, ботнетҳои IoT, модели логистикӣ, занҷирҳои Марков, амнияти киберӣ, омӯзиши мошинӣ, мантиқии норавшан.

DDoS-ATTACKS: HISTORICAL ANALYSIS, STATISTICAL DYNAMICS**J.Sh. Rahmatov**

The paper analyzes the evolution of Distributed Denial of Service (DDoS) attacks, from early demonstrations to modern multi-layered threats driven by IoT botnets and cloud services. It highlights the exponential growth in attack power and the increasing complexity of their structure. A hybrid forecasting model is introduced, combining logistic dynamics with Markov chains to capture both quantitative escalation and probabilistic transitions between attack types. The practical contribution lies in recommendations for adaptive defense systems based on machine learning and fuzzy logic, aimed at ensuring resilience of digital infrastructure under escalating cyber threats.

Keywords: DDoS attacks, IoT botnets, Logistic growth model, Markov chains, Cybersecurity, Machine learning, Fuzzy logic.

Введение

За последние два десятилетия распределённые атаки отказа в обслуживании (Distributed Denial of Service, DDoS) стали одной из главных угроз цифровой инфраструктуре. Даже кратковременные перебои могут иметь серьёзные последствия для экономики и политики [1, 4, 5]. Эволюция атак показывает переход от локальных экспериментов к действиям организованных групп, использующих ботнеты и IoT-устройства [6, 9]. Статистическая динамика фиксирует рост мощности атак до терабит в секунду, что требует новых методов моделирования и прогнозирования [2, 14, 15]. Современные методы противодействия всё чаще опираются на гибридные технологии: машинное обучение, поведенческий анализ, адаптивные системы фильтрации, основанные на нечеткой логике, а также распределённые подходы на основе блокчейн [3, 7, 8, 10, 11, 12]. Также проблемы кибербезопасности и модели развития эпидемий были изучены в работах [14-17].

Цель данной работы — провести комплексный анализ DDoS-атак в трёх взаимосвязанных измерениях: историческом, статистическом и технологическом. Научная новизна заключается в интеграции ретроспективного анализа с формальными моделями динамики атак и предложением гибридного подхода к противодействию, сочетающего методы машинного обучения и нечеткой логики. Таким образом, статья призвана не только систематизировать накопленный опыт, но и предложить оригинальные решения для повышения устойчивости цифровых систем в условиях эскалации киберугроз.

Исторический анализ DDoS-атак

Эволюция DDoS-атак демонстрирует закономерный переход от локальных экспериментов к глобальным кибероперациям. Первые задокументированные случаи конца 1990-х – начала 2000-х годов носили демонстрационный характер: атаки на крупные интернет-порталы осуществлялись с помощью примитивных скриптов и имели ограниченную мощность [6] (табл. 1).

В период 2003–2010 гг. наступила «эра ботнетов». Массовое распространение вредоносных программ позволило формировать распределённые сети заражённых компьютеров, что превратило DDoS в инструмент киберпреступности. В этот же период появились специализированные программы, доступные даже непрофессионалам, а мощность атак достигла сотен мегабит и гигабит в секунду, угрожая банковским и государственным системам [9].

Ключевым рубежом стала атака ботнета Mirai в 2016 году, использовавшего уязвимые IoT-устройства. Она привела к масштабным перебоям в работе глобальных сервисов и впервые продемонстрировала мощность свыше 1 Тбит/с, обозначив новую фазу угроз [4], [6].

Современный этап (2017–2025 гг.) характеризуется дальнейшим ростом мощности атак до 3–4 Тбит/с, усложнением их структуры и политизацией. Появление сервисов «DDoS-as-a-Service» сделало атаки доступными широкому кругу злоумышленников, а использование облачных технологий и многоуровневых методов превратило их в инструмент кибервойн и геополитического давления [13], [14].

Таблица 1– Ключевые этапы эволюции DDoS-атак

Период	Характеристика этапа	Технологии / примеры	Мощность атак	Целевые объекты	Особенности / контекст
1999–2002	Первые атаки на порталы	Скрипты, flood-инструменты	Десятки Мбит/с	Крупные интернет-порталы	Демонстрационный характер
2003–2010	Эра ботнетов, коммерциализация	Trinoo, LOIC, DDoS-for-ransom	Сотни Мбит/с – Гбит/с	Банки, гос. сайты	Вымогательство, первые политические мотивы
2016	IoT-революция, Mirai	IoT-устройства, Mirai	>1 Тбит/с	Dyn, Twitter, Netflix	Массовые перебои, глобальный резонанс
2017–2025	Современный этап	DDoS-as-a-Service, облачные атаки	3–4 Тбит/с и выше	Критическая инфраструктура, облачные сервисы	Политизация, использование в кибервойнах

Таким образом, историческая динамика отражает переход от хаотичных экспериментов к высокотехнологичным и целенаправленным операциям, напрямую связанным с развитием цифровых технологий и ростом уязвимости глобальной инфраструктуры.

Выводы исторического анализа. Эволюция DDoS-атак демонстрирует закономерный переход от хаотичных экспериментов к систематизированным и высокотехнологичным операциям. Каждое новое поколение атак связано с технологическим скачком: от персональных компьютеров к ботнетам, от ботнетов к IoT, а сегодня — к облачным и распределённым системам (табл. 1).

Статистическая динамика DDoS-атак

За последние два десятилетия мощность DDoS-атак выросла экспоненциально: от десятков мегабит в начале 2000-х до сотен гигабит в 2010-х. Атака ботнета Mirai в 2016 году превысила 1 Тбит/с, а к 2025 году зафиксированы случаи свыше 3–4 Тбит/с [2], [4], [6], [14], [15]. Прогнозы указывают на достижение 5–6 Тбит/с к 2030 году с тенденцией к насыщению.

Структура атак усложняется: volumetric остаются доминирующими, но растёт доля прикладных атак, а протокольные эксплойты сохраняют значимость [2], [5]. Для описания динамики применяются логистические модели и марковские процессы, позволяющие прогнозировать как рост интенсивности, так и вероятностные переходы между типами атак [3], [12], [14].

Таким образом, статистическая динамика отражает нелинейный рост, глобальное распространение и усложнение структуры, что требует адаптивных моделей прогнозирования и интеллектуальных систем защиты.

Таблица 2 – Статистическая динамика DDoS-атак

Показатель	Характеристика	Примеры / данные	Прогноз (2026–2030)
Мощность атак	Экспоненциальный рост	2000-е: десятки Мбит/с; 2010-е: сотни Гбит/с; 2016: >1 Тбит/с; 2025: 3–4 Тбит/с	До 5–6 Тбит/с, насыщение к 2030 г.
География	Глобальный характер	Азия, Восточная Европа	Рост активности в Африке и Латинской Америке
Типология	Разнообразие форм	Volumetric, Application-layer, Protocol exploits	Доминирование сложных атак на прикладном уровне
Моделирование	Формальные модели	Логистическая динамика, марковские процессы	Адаптивные модели с ML-параметрами
Закономерности	Сокращение длительности атак	«Тяжёлый хвост» распределения мощности	Рост кратковременных, но сверхмощных атак

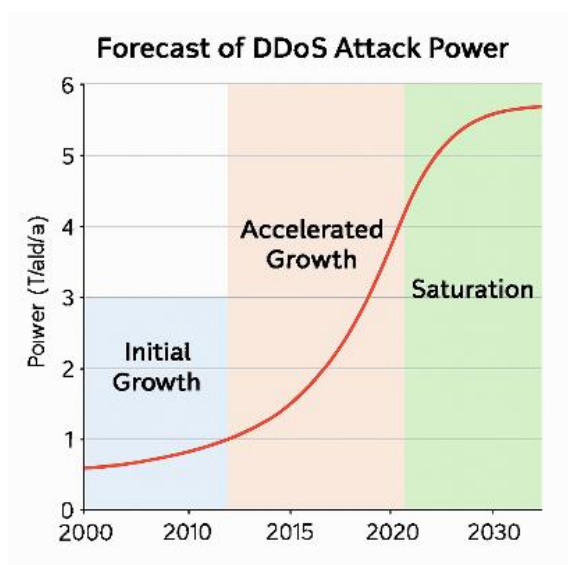


Рисунок 1– График прогноза динамики мощности DDoS-атак до 2030 года

График на Рис. 1 демонстрирует три фазы эволюции мощности атак:

Фаза начального роста (2000–2010) — линейное увеличение до ~0.5 Тбит/с, обусловленное ограниченными ресурсами и примитивными инструментами;

Фаза экспоненциального роста (2011–2025) — резкий скачок мощности до 3–4 Тбит/с, вызванный распространением IoT-ботнетов и облачных платформ;

Фаза насыщения (2026–2030) — замедление роста до 5–6 Тбит/с, отражающее физические ограничения и усиление систем защиты.

Ключевые точки:

- 2016 — атака Mirai (>1 Тбит/с), переход к фазе экспоненциального роста;
- 2025 — пик мощности 3–4 Тбит/с;
- 2030 — прогнозируемое насыщение на уровне 5–6 Тбит/с.

Эта визуализация подтверждает необходимость перехода от статических средств защиты к адаптивным системам, способным учитывать как количественную эскалацию, так и структурные трансформации угроз.

Региональные особенности распространения DDoS-атак

Анализ географии DDoS-атак показывает, что их распределение по регионам мира носит неравномерный характер и тесно связано с уровнем цифровизации, доступностью уязвимых устройств и политической напряжённостью.

1. Азия и Восточная Европа — эпицентры активности: высокая концентрация атак наблюдается в странах Азии (Китай, Индия, Вьетнам) и Восточной Европы (Россия, Украина, Польша), где массово используются уязвимые IoT-устройства и дешёвые хостинговые ресурсы; в этих регионах часто фиксируются volumetric-атаки, направленные на перегрузку сетевой инфраструктуры, а также атаки с политическим подтекстом [19].

2. Северная Америка и Западная Европа — цели высокотехнологичных атак: в США, Канаде, Великобритании и Германии преобладают сложные прикладные и протокольные атаки, направленные на облачные сервисы, финансовые платформы и государственные ресурсы; здесь наблюдается активное развитие систем защиты, включая ML-механизмы, edge-фильтрацию и блокчейн-интеграцию [20].

3. Африка и Латинская Америка — растущие зоны риска: в этих регионах пока фиксируется низкая интенсивность атак, но прогноз указывает на рост активности в связи с расширением цифровой инфраструктуры и слабой киберзащитой; особенно уязвимы государственные порталы, образовательные платформы и телекоммуникационные узлы [18].

Таким образом можно подчеркнуть, что региональный анализ подтверждает, что DDoS-угрозы эволюционируют не только по мощности и структуре, но и по географическому охвату. Это требует разработки локализованных стратегий защиты, учитывающих специфику инфраструктуры, типы атак и уровень зрелости киберсреды в каждом регионе.

Научная новизна и вклад

Работа объединяет исторический анализ DDoS-атак с формальными моделями их статистической динамики, что позволяет выявить закономерности эволюции угроз и связать их с современными тенденциями.

Гибридная модель прогнозирования включает два взаимодополняющих компонента:

1. Логистическая динамика роста числа атак

$$\frac{dN(t)}{dt} = \alpha N(t) - \beta N(t)^2$$

где $N(t)$ — количество атак в момент времени, α — скорость появления новых атак, β — коэффициент противодействия.

-Параметр α отражает интенсивность генерации угроз и может оцениваться на основе статистики прироста числа атак (например, ежегодные отчёты CERT, Arbor Networks).

-Параметр β характеризует эффективность мер защиты и насыщение инфраструктуры, оцениваемое по снижению успешных атак.

Практическая ценность заключается в возможности регулярной калибровки этих параметров на основе реальных данных, что делает модель адаптивной и применимой в SIEM-системах.

2. Марковская модель переходов между типами атак

$$P = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0.1 & 0.3 & 0.6 \end{bmatrix}$$

где элементы матрицы P_{ij} отражают вероятности трансформации volumetric-атак в прикладные или протокольные, а также обратные переходы.

Элементы матрицы переходов P определяются эмпирически на основе частотного анализа статистики инцидентов. Три состояния марковской цепи соответствуют трём доминирующим типам атак: объёмным (volumetric, S_1), прикладным (application-layer, S_2) и протокольным (protocol, S_3). Вероятность перехода p_{ij} вычисляется как относительная частота: $p_{ij} = n_{ij} / n_i$, где n_{ij} — число зафиксированных переходов из типа i в тип j за анализируемый период, а n_i — общее число наблюдений атак типа i . Источниками данных служат ежегодные отчёты Cloudflare, Akamai и CERT-организаций, содержащие долю и смену категорий атак по периодам. Условие стохастичности строк ($\sum_j p_{ij} = 1$) гарантирует корректность вероятностной интерпретации. Для учёта динамики угроз матрица P пересчитывается по скользящему временному окну длиной 3–5 лет, что обеспечивает актуальность параметров модели и позволяет своевременно отражать изменения в структуре атак.

○Вероятности P_{ij} подлежат регулярному обновлению на основе статистики инцидентов (например, отчёты Cloudflare, Akamai).

○Использование скользящего окна (3–5 лет) позволяет учитывать динамику изменения структуры атак.

○Пример: рост прикладных атак в 2020–2025 гг. увеличил вероятность перехода volumetric → application до 0.35, что отражает тенденцию к усложнению угроз.

Совместное использование логистической и марковской моделей обеспечивает прогнозирование не только интенсивности атак, но и их структурных трансформаций. Практическая ценность заключается в возможности адаптивного обновления параметров α, β, P_{ij} на основе реальных данных, что делает модель применимой в интеллектуальных системах защиты, интегрирующих машинное обучение и нечеткую логику.

Таким образом, статья вносит вклад в развитие методов прогнозирования DDoS-угроз, предлагая оригинальное решение для анализа их количественной динамики и вероятностной трансформации, а также формируя основу для построения устойчивой цифровой инфраструктуры.

Таблица 3 – Примеры параметров логистической и марковской моделей для разных периодов

Период	Параметр α (скорость появления атак)	Параметр β (эффект противодействия)	Пример вероятностей переходов (P_{ij})	Интерпретация
2000–2005	0.05–0.08	0.02–0.03	Volumetric → Application: 0.15; Volumetric → Protocol: 0.05	Низкая интенсивность атак, слабая защита, доминирование volumetric-форм
2010–2015	0.10–0.12	0.04–0.05	Volumetric → Application: 0.25; Application → Protocol: 0.10	Рост ботнетов, усиление прикладных атак, первые адаптивные фильтры
2016–2020	0.15–0.18	0.05–0.06	Volumetric → Application: 0.30; Protocol → Application: 0.20	Эра IoT-ботнетов, усложнение структуры, появление ML-методов защиты
2021–2025	0.18–0.20	0.06–0.07	Volumetric → Application: 0.35; Application → Protocol: 0.20	Массовые облачные атаки, рост прикладных угроз, внедрение SIEM-систем
Прогноз 2026–2030	0.20–0.22	0.07–0.08	Volumetric → Application: 0.40; Application → Protocol: 0.25	Усиление прикладных и протокольных атак, необходимость международной координации

Примеры значений параметров α, β и вероятностей переходов P_{ij} для разных периодов развития DDoS-атак приведены в таблице 3. Они демонстрируют рост интенсивности атак и усложнение их структуры, а также необходимость регулярной калибровки модели на основе статистики реальных инцидентов. Такой подход позволяет адаптировать прогнозы к изменяющимся условиям и использовать их в интеллектуальных системах защиты.

Модель (рис. 2) включает логистическую динамику роста интенсивности атак и марковскую модель переходов между типами угроз. Интеграция этих компонентов позволяет адаптировать прогнозы к реальным данным и использовать их в интеллектуальных системах защиты, основанных на машинном обучении и нечеткой логике.

Практическое применение:

- Прогноз позволяет заранее адаптировать архитектуру защиты.
- Модель может быть встроена в SIEM-системы для оценки риска.

-Использование адаптивных порогов фильтрации на основе вероятностных переходов.



Рисунок 2 – Схема гибридной модели прогнозирования DDoS-атак.

Заключение

Проведённое исследование показало, что DDoS-атаки представляют собой динамично развивающийся феномен, тесно связанный с технологическими изменениями и глобальными процессами цифровизации. Исторический анализ выявил закономерный переход от примитивных скриптов к ботнетам, от ботнетов к IoT-экосистемам, а затем к облачным и распределённым платформам, что сопровождается экспоненциальным ростом мощности атак. Статистическая динамика подтверждает нелинейный характер эскалации угроз и усложнение их структуры, требующее применения адаптивных моделей прогнозирования. Предложенная гибридная модель, основанная на сочетании логистической динамики и марковских процессов, обеспечивает возможность предсказания как количественных параметров атак, так и их вероятностных трансформаций. Практическая значимость работы заключается в обосновании необходимости перехода к интеллектуальным системам защиты, интегрирующим машинное обучение, нечеткую логику и распределённые технологии. В перспективе 2026–2030 гг. ожидается усиление прикладных и протокольных атак, что делает актуальным формирование международно-координированных стратегий кибербезопасности и развитие устойчивых архитектур цифровой инфраструктуры.

Рецензент: Акрамов М.Б. – к.ф.-м.н., доцент, зав.лабораторией Центра инновационного развития науки и цифровых технологий НАНП.

Литература

1. Parihar V.C., Prasad S.N., Kounte M.R., Sai Prabhu K.B. Mitigating the Threat of DDoS Attacks: Emerging Strategies and Algorithms // Intelligent Control, Robotics, and Industrial Automation. RCAAI 2024. Lecture Notes in Electrical Engineering. Vol. 1492. Singapore: Springer, 2026. P. — DOI: 10.1007/978-981-95-2901-8_33.
2. Yin D., Zhang L., Yang K. A DDoS Attack Detection and Mitigation With Software-Defined Internet of Things Framework // IEEE Access. 2018. Vol. 6. P. 24694–24705. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2831284.
3. Ibrahim El Sayed A., Abdelaziz M., Hussein M., Elbayoumy A.D. DDoS Mitigation in IoT Using Machine Learning and Blockchain Integration // IEEE Networking Letters. 2024. Vol. 6, No. 2. P. 152–155. DOI: 10.1109/LNET.2024.3377355.
4. Pandey N., Mishra P.K. A Survey on DDoS Attacks on Network and Application Layer in IoT // Advanced Network Technologies and Intelligent Computing. CCIS. Vol. 1534. Cham: Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-96040-7_19.
5. Hussain F., Hussain R., Hassan S.A., Hossain E. Machine Learning in IoT Security: Current Solutions and Future Challenges // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2020. Vol. 22, No. 3. P. 1686–1721. DOI: 10.1109/COMST.2020.2986444.
6. Kolias C., Kambourakis G., Stavrou A., Voas J. DDoS in the IoT: Mirai and Other Botnets // Computer. 2017. Vol. 50, No. 7. P. 80–84. DOI: 10.1109/MC.2017.201.

7. Rehman Z., Gondal I., Ge M., Dong H., Gregory M., Tari Z. Proactive defense mechanism: Enhancing IoT security through diversity-based moving target defense and cyber deception // *Computers & Security*. 2024. Vol. 139. 103685. DOI: 10.1016/j.cose.2023.103685.
8. Chaira M., Belhenniche A., Chertovskih R. Enhancing DDoS Attacks Mitigation Using Machine Learning and Blockchain-Based Mobile Edge Computing in IoT // *Computation*. 2025. Vol. 13. 158. DOI: 10.3390/computation13070158.
9. Ahmed M., Mahmood A.N., Hu J. A survey of network anomaly detection techniques // *Journal of Network and Computer Applications*. 2016. Vol. 60. P. 19–31. DOI: 10.1016/j.jnca.2015.11.016.
10. Badamasi U., Khaliq S., Babalola O., Shafiu M., Iqbal T. A Deep Learning based approach for DDoS attack detection in IoT-enabled smart environments // *Machine Learning*. 2020. P. 93–99.
11. Singh A., Gupta B.B. Distributed Denial-of-Service (DDoS) Attacks and Defense Mechanisms in Various Web-Enabled Computing Platforms // *International Journal on Semantic Web and Information Systems*. 2022. Vol. 18, No. 1. DOI: 10.4018/IJSWIS.297143.
12. Jia Y., Zhong F., Alrawais A., Gong B., Cheng X. FlowGuard: An Intelligent Edge Defense Mechanism Against IoT DDoS Attacks // *IEEE Internet of Things Journal*. 2020. Vol. 7, No. 10. P. 9552–9562. DOI: 10.1109/IJOT.2020.2993782.
13. Gelgi M., Guan Y., Arunachala S., Rao M.S.S., Dragoni N. Systematic Literature Review of IoT Botnet DDoS Attacks and Evaluation of Detection Techniques // *Sensors*. 2024. Vol. 24. 3571. DOI: 10.3390/s24113571.
14. Ilolov M., Kuchakshoev K., Mirshahi M., Rahmatov J.Sh. Nonlinear stochastic equation in epidemiology // *Global and Stochastic Analysis*. 2023. Vol. 10, No. 3. P. 75–84.
15. Рахматов Дж.Ш. Фишинг и кибератаки: исторический анализ, статистическая динамика и современные методы противодействия // *Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук*. 2025. № 3 (200). С. 67–74.
16. Илолов М., Рахматов Дж.Ш. Применение нечетких дифференциальных уравнений для анализа и прогнозирования кибератак // *Доклады Национальной академии наук Таджикистана*. 2025. Т. 68. № 8. С. 743–749.
17. Rahmatov J.Sh. Fuzzy Differential Equations: Applications for Analyzing and Predicting Cyberattacks // *Journal of Applied Data Analysis and Modern Stochastic Modelling*. 2025. Vol. 2, No. 2. P. 53–58.
18. Geo-blocking DDoS attacks. URL: <https://vercara.digicert.com/resources/geo-blocking-ddos-attacks> (дата обращения: 18.03.2026).
19. NETSCOUT DDoS Threat Intelligence Report 1H 2025. URL: <https://www.netscout.com/threatreport/wp-content/uploads/2025/08/NETSCOUT-DDoS-Threat-Intelligence-Report-1H-2025.pdf> (дата обращения: 18.03.2026).
20. Cloudflare Radar DDoS Report 2023 Q4. URL: <https://radar.cloudflare.com/reports/ddos-2023-q4> (дата обращения: 18.03.2026).

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

TJ	RU	EN
Раҳматов Ҷамшед Шавкатович номзади илмҳои физикаю математика, муовини директор оид ба илм	Рахматов Джамшед Шавкатович кандидат физико- математических наук, заместитель директора по науке	Rahmatov Jamshed Shavkatovich Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Deputy Director for Science
Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои рақамӣ, АМИТ	Центр инновационного развития науки и цифровых технологий НАНТ	Center for Innovative Development of Science and Digital Technologies, NAST
E-mail: jamesd007@rambler.ru		

ТАТБИҚИ КАЛИДИ БО УСУЛИ СТАХОСТИКӢ ТАҲИЯ ГАРДИДА ДАР БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТҲОИ МАТНӢ БО ИСТИФОДАИ КАЛИМАҲОИ СОДДА ВА МАССИВҲОИ ЯКЧЕНАКА

М.Ҳ. Гафуров, Иброҳими Ю.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар ин мақола масъалаи ташаққули калиди бадалсозӣ барои ҳифзи маълумоти матнӣ тавассути усули стохастикӣ баррасӣ мешавад. Идеия асосӣ ин ба ҳам пайвастанӣ воҳидҳои гуногуни лингвистӣ - аз қабилӣ решаи калимаҳо, пешванду пасвандҳо, аломатҳои китобатӣ ва дигар ҷузъиёти ҷумла - бо массивҳои якченака мебошад. Чунин равиш имкон медиҳад, ки табдили (пӯшидагардонӣ, дигаргунсозӣ) матн бевосита дар заминаи хусусиятҳои забонӣ ва алифбои худӣ ҳамон маълумот сурат гирад. Амалисозии ин технология сатҳи муҳофизати матни пинҳонкардашударо ба таври қобили мулоҳиза боло бурда, роҳи бозғаймодӣ таъмини амнияти иттилоотиро аз ҳамлаи киберҷинояткорон, ҳакерҳо ва дигар хатарҳои киберӣ фароҳам меорад. Илова бар ин, дар доираи тадқиқот устувории варианти нави калид зерӣ озмоиш қарор дода шуда, дараҷаи эҳтимолияти шикастани он (ошкорсозии калид) ҳамаҷониба таҳлилу арзёбӣ гардидааст. Як бартарии муҳимми усули пешниҳодшуда дар он аст, ки вай бо як забон маҳдуд намешавад. Хусусияти универсалии он имкон медиҳад, ки ин усул барои ҳифзи матнҳо дар забонҳои гуногун бо муваффақият татбиқ карда шавад.

Калидвожаҳо: объект, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ, реша, аломатҳои имлоӣ махсус, алифбои хусусӣ, калид, вариант, устуворӣ, киберҷиноят.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЮЧА РАЗРАБОТАННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОХАСТИЧЕСКОГО МЕТОДА В ШИФРОВАНИИ ТЕКСТОВЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТЫХ СЛОВ И ОДНОМЕРНЫХ МАССИВОВ

М.Х. Гафуров, Иброҳими Ю.

В данной статье рассматривается вопрос разработки ключа шифрования для защиты текстовой информации с помощью стохастического метода. Основная идея заключается в объединении различных лингвистических единиц - таких как корни слов, приставки, суффиксы, знаки препинания и другие элементы предложения - с одномерными массивами. Такой подход позволяет осуществлять шифрование (преобразование, трансформацию) текста непосредственно на основе языковых особенностей и частного алфавита самих данных. Реализация этой технологии значительно повышает уровень защиты зашифрованного текста, обеспечивая надежный способ обеспечения информационной безопасности от киберпреступников, хакеров и других киберугроз. Кроме того, в рамках исследования была протестирована устойчивость (стабильность) нового варианта ключа, а также всесторонне проанализирована и оценена вероятность его взлома (раскрытия ключа). Важным преимуществом предложенного метода является то, что он не ограничивается одним языком. Его универсальность позволяет успешно применять данный метод для защиты текстов на различных языках.

Ключевые слова: объект, шифрования, зашифрования, расшифрования, корень, орфографические и специальные символы, частный алфавит, ключ, вариант, устойчивость, киберпреступление.

APPLICATION OF A STOCHASTICALLY GENERATED KEY IN THE ENCRYPTION OF TEXT OBJECTS USING SIMPLE WORDS AND ONE-DIMENSIONAL ARRAYS

M.Kh. Gafurov, Ibrohimi Yu.

This article addresses the development of an encryption key for protecting textual information using a stochastic method. The core idea involves combining various linguistic units—such as word roots, prefixes, suffixes, punctuation marks, and other sentence elements—with one-dimensional arrays. This approach allows for the encryption (conversion, transformation) of text directly based on the linguistic features and the specific alphabet of the data itself. The implementation of this technology significantly increases the level of protection for encrypted text, providing a reliable method for ensuring information security against cybercriminals, hackers, and other cyber threats. Furthermore, the stability (robustness) of the new key variant was tested within the scope of the study, and the probability of its compromise (key disclosure) was comprehensively analyzed and evaluated. An important advantage of the proposed method is that it is not limited to a single language. Its universality allows this method to be successfully applied for protecting texts in various languages.

Keywords: object, encryption, enciphering, deciphering, root, orthographic and special symbols, custom alphabet, key, variant, robustness, cybercrime.

Муқаддима

Одатан, ҳангоми бадалсозӣ ё табдили маълумоти матнӣ, мутахассисон алифбои муқаррарии ҳамон забонро ҳамчун асос қабул карда, ба ҳар як ҳарф ё аломат рақами мушаххасро вобаста мекунад. Чунин равиши қарор нагирӣ; он ҳанӯз аз замонҳои пайдоиши шифрҳои қадимаи Сезар ва Полибий маълум буда, то имрӯз дар усулҳои криптографии муосир низ дучор меояд. Дар илм ин усул бо номи "бадалсозии униграммавӣ" маъруф аст. Дар ин ҳолат, раванди пинҳонкунии маълумот тавассути як калиди махфӣ, ки аз рӯи алгоритмҳои муайян сохта шудааст, иҷро мегардад. Хусусият ва нозуқиҳои ин гуна усулҳо дар пажӯҳишҳои илмӣ [1-9] ба таври васеъ баррасӣ ёфтаанд.

Бо вучуди ин, рушди босуръати технологияҳо ва пайдоиши мошинҳои ҳисоббарори бениҳоят пуриқтидор (ба монанди суперкомпютерҳо ва компютерҳои квантӣ) вазъияти амниятиро тағйир дод. Имрӯз ҳакерҳо ва дигар киберҷинояткорон метавонанд бо

истифода аз усули таҳлили басомад - яъне ҳисоб кардани миқдори такроршавии ин ё он аломат дар матн – объекти бадалшударо ба осонӣ шикананд ва матни кушодаро барқарор кунанд.

Барои бартараф намудани ин заъф ва баланд бардоштани сатҳи муҳофизати маълумот, дар сарчашмаҳои [10-15] равишҳои комилан нав пешниҳод шудаанд. Дар ин корҳо роҳҳои гузаштан ба алифбоҳои махсуси хусусӣ, таҳияи калидҳои нави мураккаб, инчунин корбурди калидҳои ёрирасоне, ки сохтори аслии матнро ҳифз мекунанд, тавассути усулҳои гуногун тадқиқ ва нишон дода шудаанд.

Алгоритми ҳалли масъала

Бо таъя ба таҷрибаҳои дар сарчашмаҳои [10-15] зикршуда, дар ин бахш мо раванди табдили матни кушодаро тавассути як равиши стохастикӣ дида мебароем. Дар ин усул, калиди асосӣ аз пайвасти воҳидҳои гуногуни забонӣ (ба монанди решаи калимаҳо, пешванду пасвандҳо, аломатҳои китобатӣ ва дигар унсурҳои ҷумла) бо массивҳои якченака сохта шуда, дар баробари ин, як калиди ёрирасон низ ба кор бурда мешавад.

Пайдарпайии иҷрои ин алгоритм ба таври зерин аст:

1. Дар навбати аввал, як матни кушода (минбаъд ҳамчун объекти $\mathcal{L}$) интиҳоб, омода ё қабул карда мешавад.

2. Матни мазкур ба воҳидҳои таркибии худ - яъне решаи калимаҳо, аффиксҳо, пешоянду пасояндҳо ва дигар аломатҳои китобатию махсус ҷудо карда мешавад.

3. Барои он ки сохтори аслии матн (аз ҷумла фосилаҳо ва сархатҳо) ҳангоми бадалсозӣ ва кушодани он вайрон нашавад, калиди ёрирасоне бо номи K_e таҳия мегардад. Унсурҳои (символҳо ва аломатҳо) ивазкунанда барои ин калид одатан аз ҷадвалҳои стандартии ASCII ё UNICODE интиҳоб карда мешаванд ва унсурҳои дар объекти матнии додашудаи $\mathcal{L}$ фарқ мекунанд.

4. Бо истифода аз ҳамин калиди ёрирасони K_e , матни аввалаи $\mathcal{L}$ ба шакли нави $\mathcal{L}_1$ табдил дода мешавад.

5. Аз рӯи ҳамон унсурҳои забоние, ки аз матни кушода ҷудо карда будем (ва акнун дар калиди ёрирасони K_e бо символҳои аломатҳо иваз шудаанд), мо як алифбои махсуси хусусии A_x -ро таҳия мекунем.

6. Миқдори унсурҳои ин алифбои хусусиро (A_x) ҳисоб карда, маҳз ба ҳамон миқдор унсурҳоро аз як массиви якченака ҷудо мекунем.

7. Акнун, бо истифода аз қоидаҳои стохастикӣ (эҳтимолиятӣ), ҳар як унсури алифбои A_x -ро ба унсури мувофиқи массиви якченака пайваست карда, калиди асосии K_a -ро таҳия мекунем.

8. Матни шакли $\mathcal{L}_1$ -ро тавассути ин калиди асосии K_a бадалсозӣ карда, объекти ниҳонии пӯшидаро (матни бадалшуда) бо номи $\mathcal{L}_2$ ҳосил мекунем.

9. Барои баргардонидани матни бадалшудаи $\mathcal{L}_2$ ба ҳолати аввала (яъне кушодани он), амалҳо баръакс иҷро мешаванд. Дар оғоз, тавассути калиди асосии K_a , матни $\mathcal{L}_2$ ба шакли $\mathcal{L}_1$ баргардонида мешавад. Сипас, бо истифода аз калиди ёрирасони K_e , объекти $\mathcal{L}_1$ пурра ба матни кушодаи аввалаи $\mathcal{L}$ мубаддал мегардад. Ҳамин тариқ, дар ин марҳила унсурҳои калидӣ бо тартиби баръакс кор фармуда мешаванд.

Ҳалли масъала дар мисолҳо

Акнун, дар асоси талаботи алгоритми пешниҳодшуда, раванди бадалсозии матни кушодаи $\mathcal{L}$ -ро дар амал нишон медиҳем. Барои ин, мо аз алифбои махсуси хусусӣ ва калиди бадалсозие, ки аз пайвасти ин алифбо бо массиви якченака ҳосил шудааст, истифода мебарем.

Барои намуна ва фаҳмотар шудани масъала, фарз мекунем, ки объекти кушодаи мо ($\mathcal{L}$) яке аз рубоии маъруфи Умари Хайём мебошад:

$$\mathcal{L} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Хайём, агар зи бода мастӣ, хуш бош!} \\ \text{Гар бо санаме даме нишастӣ, хуш бош!} \\ \text{Поёни ҳама кори ҷаҳон нестӣ аст,} \\ \text{Пиндор, ки нестӣ, чу ҳастӣ, хуш бош!} \end{array} \right\} \quad (1)$$

Мутобиқи марҳилаи дууми алгоритм, мо бояд матни авваларо ($\mathcal{L}$) ба унсурҳои хурдтарини забонӣ тақсим кунем. Дар ин ҷараён, матн ба қисмҳое ба монанди решаи

калимаҳо, пешванду пасвандҳо, аломатҳои китобатӣ ва дигар ҷузъиёти ҷумла ҷудо карда мешавад. Дар натиҷаи ин амалҳо, матни мо ба як сохтори нав мубаддал мегардад, ки онро $\mathcal{L}_1$ меномем. Намуди он ба таври зерин хоҳад буд:

$$\mathcal{L}_1 = \left\{ \begin{array}{l} \text{Хайём, агар зи бода маст – й, хуш бош!} \\ \text{Гар бо санам – е дам – е нишаст – й, хуш бош!} \\ \text{Поён – и ҳама кор – и ҷаҳон нест – й аст,} \\ \text{Пиндор, ки нест – й, чу ҳаст – й, хуш бош!} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Дар қадами навбатӣ, мо бо така ба аломатҳои дар матн мавҷудбуда як калиди ёрирасон таҳия мекунем. Барои иваз кардани ин аломатҳо, аз ҷадвалиҳои стандартҳои ASCII ё UNICODE символҳоеро интихоб мекунем, ки дар матни аслии $\mathcal{L}$ умуман вонаҳӯранд.

Вазифаи асосии ин калиди ёрирасони K_e -ро (ки нишонаҳои сархат ё абзатсро низ дар худ дорад) он аст, ки ҳангоми аксбадалкунии объекти бадалшуда ва ба ҳолати аввала баргардонидани маълумот, сохтори зоҳирии матн бетағйир боқӣ монад. Фарз мекунем, ки калиди ёрирасони мо ба таври зерин тартиб дода шудааст:

$$K_e = \{ \rightarrow s, ! \rightarrow v, - \rightarrow h, \downarrow \rightarrow t \} \quad (3)$$

Акнун, бо истифода аз калиди ёрирасони K_e , мо матни асосии $\mathcal{L}$ -ро коркард намуда, онро ба як занҷираи (пайдарпайии) унсурҳо табдил медиҳем. Дар натиҷаи ин амал, объекти нав бо номи $\mathcal{L}_2$ ҳосил мешавад, ки намуди зеринро дорад:

$$\mathcal{L}_2 = \left\{ \begin{array}{l} \text{Хайём } s \text{ } h \text{ агар } h \text{ зи } h \text{ бода } h \text{ маст – й } s \text{ } h \text{ хуш } h \text{ бош } v \text{ } t \\ \text{Гар } h \text{ бо } h \text{ санам – е } h \text{ дам – е } h \text{ нишаст – й } s \text{ } h \text{ хуш } h \text{ бош } v \text{ } t \\ \text{Поён – и } h \text{ ҳама } h \text{ кор – и } h \text{ ҷаҳон } h \text{ нест – й } h \text{ аст } s \text{ } t \\ \text{Пиндор } s \text{ } h \text{ ки } h \text{ нест – й } s \text{ } h \text{ чу } h \text{ ҳаст – й } s \text{ } h \text{ хуш } h \text{ бош } v \end{array} \right\} \quad (4)$$

Дар марҳилаи навбатӣ, бо истифода аз тамоми унсурҳои, ки дар таркиби объекти $\mathcal{L}_2$ ҷамъ шудаанд, мо алифбои махсуси хусусиро барои бадалсозии ҳамин матн тартиб медиҳем. Ин алифбо намуди зеринро хоҳад дошт:

$$A_x = \{ \text{Хайём, агар, зи, бода, маст, хуш, бош, Гар, бо, санам, дам, нишаст, Поён, ҳама, кор, ҷаҳон, нест, аст, Пиндор, ки, чу, ҳаст, й, } h, s, e, v, i, t \} \quad (5)$$

Акнун, бо така ба унсурҳои алифбои хусусие, ки дар (5) омода кардем, мо калиди асосии бадалсозии K_a -ро тартиб медиҳем. Қоидаи сохтани ин калид чунин аст: ҳар як ҷузъи алифбо тавассути усули стохастикӣ (эҳтимолиятӣ) ба яке аз унсурҳои массиви якченака пайваст (иваз) карда мешавад.

Натиҷаи ин амал ва варианти омодашудаи калиди асосӣ дар ҷадвали поён нишон дода шудааст:

Ҷадвал – Калиди асосии бадалсозии K_a

хуш	й	Поён	санам	s	Пиндор	агар	чу	ҳама	бода	ҳаст	бо	ҷаҳон	e
a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}

кор	t	зи	ки	бош	нест	Хайём	и	нишаст	дам	h	маст	аст	Гар	v
a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{26}	a_{27}	a_{28}	a_{29}

Варианти таҳияшудаи калиди бадалсозии асоси K_a -ро истифода карда, объекти кушода дар шакли (4) овардашударо бадалсозӣ мекунем, ки он $\mathcal{L}_3$ чунин намудро дорад:

$$\mathcal{L}_3 = \left\{ \begin{array}{l} a_{21} a_{52} a_{25} a_{72} a_{25} a_{17} a_{25} a_{10} a_{25} a_{26} a_{25} a_{52} a_{25} a_{12} a_{25} a_{19} a_{29} a_{16} \\ a_{28} a_{25} a_{12} a_{25} a_{41} a_{25} a_{24} a_{14} a_{25} a_{23} a_{25} a_{52} a_{25} a_{12} a_{25} a_{19} a_{29} \\ a_{16} a_{32} a_{22} a_{25} a_{92} a_{25} a_{15} a_{22} a_{25} a_{13} a_{25} a_{20} a_{25} a_{27} a_{52} a_{16} a_6 \\ a_5 a_{25} a_{18} a_{25} a_{20} a_{25} a_{52} a_{82} a_{25} a_{11} a_{25} a_{52} a_{12} a_{25} a_{19} a_{29} \end{array} \right\} \quad (6)$$

Натиҷаи ниҳой, яъне объекти бадалшудаи $\mathcal{L}_3$, танҳо як занҷираи элементҳои массиви якченакаро ташкил медиҳад. Аз ин рӯ, он барои шахсони бегона (ҳакерҳо ва дигар киберчинояткорон) ҳеҷ маъно надорад ва комилан нофаҳмост. Ягона роҳи хондани ин матн ва фаҳмидани мазмуни он - ин дастрасӣ доштан ба ҳар ду калиди махфӣ (ҳам асосӣ ва ҳам ёрирасон) мебошад.

Ҳатто агар ҳамлагар сохтори умумии ин усулро пайдо кунад ҳам, шикастани объекти бадалшуда ва муайн кардани калиди асосӣ қариб ғайриимкон аст. Биёед инро аз нигоҳи математикӣ таҳлил кунем. Миқдори умумии вариантҳои калиди асосӣ бо формулаи $U = N!$ ҳисоб карда мешавад. Дар мисоли мо, алифбои хусусӣ аз $N = 29$ унсур иборат аст. Аз ин лиҳоз, шумораи комбинатсияҳои имконпазир бениҳоят калон буда, тақрибан ба $U \approx 8.8 \cdot 10^{30}$ баробар мешавад. Дар чунин ҳолат, эҳтимолияти тасодуфан ёфтани калиди дуруст қариб ба сифр баробар аст, яъне $U_1 = 1/N! \approx 0.11 \cdot 10^{-30}$.

Инчунин, усулҳои маъмули криптиотаҳлил, ба монанди таҳлили басомад ё кӯшиши ҷойивазкунии элементҳо, дар ин ҷо тамоман кор намедеҳанд. Сабаб дар он аст, ки матн ба як массиви пайдарпайи якченака табдил ёфтааст. Тартиби ҷойгиршавии унсурҳо танҳо ба ҳамон калиди махсусе, ки дар қадвал нишон дода будем, вобастагӣ дорад.

Дар охир, раванди баргардонидани маълумоти рамзшудаи $\mathcal{L}_3$ ба ҳолати аввалааш (яъне объекти кушодаи $\mathcal{L}$) маҳз мутобиқи талаботи банди 9-уми алгоритми дар боло зикршуда амалӣ мегардад.

Хулоса

- **Хусусияти универсалӣ:** Яке аз бартариҳои муҳимми ин алгоритм дар он аст, ки вай бо қоидаҳои мушаххаси як забон маҳдуд намегардад. Ин равишро метавон барои бадалсозӣ ва ҳифзи маълумоти матнӣ дар забони ихтиёрӣ озодона ва бо муваффақият истифода бурд.

- **Сатҳи якуми муҳофизат (гузариш аз ҳарфҳо ва аломатҳо ба унсурҳои забон):** Агар усулҳои маъмулии криптографӣ то ба имрӯз танҳо ба иваз кардани ҳарфҳо ё аломатҳои алоҳида таъя кунанд, дар ин алгоритм воҳидҳои пурраи забонӣ (ба мисли решаи калимаҳо ва пешванду пасвандҳо) ба кор мераванд. Маҳз ҳамин истифодаи ғайриодии унсурҳои лингвистӣ девори аввалини амниятиро барои ҳифзи матн ташкил медиҳад.

- **Сатҳи дуюми муҳофизат (нақши калиди ёрирасон):** Ҷорӣ намудани калиди ёрирасон амнияти маълумотро боз ҳам қавӣ месозад. Ин калид на танҳо ҳамчун қабати дуюми ҳимоя амал мекунад, балки кафолат медиҳад, ки ҳангоми аксбадалкунӣ, тамоми сохтори зоҳирии матни аслӣ (бо фарогирии сархатҳо ва фосилаҳо) бе ягон нуқсон барқарор карда шавад.

- **Устуворӣ муқобили таҳлили басомадӣ:** Заъфи асосии аксари бадалсозииҳои анъанавӣ ин ба осонӣ шикаста шудани онҳо тавассути таҳлили омӯрӣ ё басомадӣ (ҳисоб кардани такроршавии ҳарфҳо дар матн) мебошад. Усули пешниҳодшуда ин камбудиро комилан аз байн мебарад. Азбаски дар ин ҷо табдили униграммавӣ (як ба як) истифода намешавад, ҳакерҳо ва қулфшиканон наметавонанд аз абзори асосии худ барои ошкор кардани маълумоти махфӣ истифода баранд.

Муқаррир: Мирзоев С.Х. – д.и.т., профессори кафедраи информатикаи ДМТ.

Адабиёт

1. Вижнер Б. Трактат о шифрах / пер. с фр. — М.: Наука, 1996.
2. Шеннон К. Теория связи в секретных системах // Работы по теории информации и кибернетике. — М.: ИЛ, 1963. — С. 333–402.
3. Басалова Г.В. Основы криптографии. Тула: Изд-во Тульского государственного университета, 2009.
4. Бернет С., Пэйн С. Криптография. Официальное руководство RSA Security. М.: Бином, 2007.
5. Левин М. Криптография без секретов: Руководство пользователя. М.: Новый издательский дом, 2005.
6. Мао В. Современная криптография. Теория и практика. М.: Вильямс, 2005. 763 с.
7. Шнайер Б., Фергюсон Н. Практическая криптография. М.: Диалектика, 2005.
8. Сингх С. Книга шифров. Тайная история шифров и их расшифровки. М.: Аст, Астрель, 2006. 447 с.
9. Бауэр Ф. Расшифрованные секреты. Методы и принципы криптологии. М.: Мир, 2007. 550 с.

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

11. Гафуров, М. Х. Операторное применение шифрования элементов языка с квадратом Полибея / М. Х. Гафуров // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2024. № 1 (56). С. 159-164. EDN: FKJBOF.

12. Гафуров, М. Х. Шифрование элементов текста матричным и оператор - матричным методами / М. Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2024. № 4 (68). С. 30-35. EDN: NKNVOJ.

13. Гафуров, М. Х. Такмили усули Виженер дар бадалсозии объектҳои матнӣ / М. Х. Гафуров // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, инвеститсия. 2025. No. 2(70). P. 67-71. – EDN ZWPXCB.

14. Гафуров, М. Х. Об одном способе шифрования текстовых объектов с использованием нумерации его элементов / М. Х. Гафуров // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. 2025. Т. 68, № 7. С. 655-664. – EDN PUIVMF.

15. Гафуров, М. Х. Шифрования текстовых элементов с использованием метода Виженера / М. Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 1(73). – С. 99-110. – DOI 10.65599/III3531. – EDN VSNQBE.

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

TJ	RU	EN
Гафуров Миршафи Ҳамитович	Гафуров Миршафи Ҳамитович	Gafurov Mirshafi Khamitovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: mirugaf56@gmail.com		
TJ	RU	EN
Иброҳими Юсуф	Иброҳими Юсуф	Ibrohimi Yusuf
Докторанти PhD кафедраи САИ	Докторант PhD кафедры АСУ	PhD student in ASM Department
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: ibrohimi-yusuf@mail.ru		

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПЕРЕВОДА ДЕСЯТИЧНЫХ ЧИСЕЛ В ДВОИЧНУЮ СИСТЕМУ СЧИСЛЕНИЯ**Т.М. Алидодов¹, Р.С. Яздонкулов²**¹Физико-технический институт им. С.У. Умарова АМИТ²Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья посвящена новому способу перевода десятичного числа в двоичную систему счисления. Для удобства перевода составлена алгоритм и блок схемы программы, с помощью которой быстро и легко осуществляется перевод из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления и обратно. Приводятся наглядные примеры перевода и сравнение нового способа перевода с традиционным способом перевода-деление на 2. Показано, что новый способ перевода является более удобным, легким и быстро выполняемым способом. Результаты исследования подтверждают целесообразность использования данного метода в учебном процессе при изучении информатики, цифровой электроники и основ вычислительной техники. Материал статьи может быть полезен студентам, преподавателям и всем, кто изучает системы счисления и методы кодирования информации.

Ключевые слова: система счисления, двоичный код, алгоритм преобразования, вычислительная сложность, цифровая логика.

ДАР БОРАИ УСУЛИ ТАБДИЛ ДОДАНИ АДАДҲОИ ДАҲӢ БА СИСТЕМАИ ДУӢ**Т.М. Алидодов, Р.С. Яздонкулов**

Мақола ба усули нави гузаронидани ададҳои даҳӣ ба низоми ҳисоби дуӣ бахшида шудааст. Барои гузариши суфта, алгоритм ва барнома тартиб дода шудааст, ки тавассути он гузаронидани ададҳо аз низоми даҳӣ ба дуӣ ва баръакс зуд ва осон иҷро мегардад. Дар мақола мисолҳои аёнии гузариш ва муқоисаи усули нав бо усули анъанавӣ (тақсими пайдарпай ба 2) оварда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки усули нав нисбат ба усули пешина қулайтар, сабуктар ва зудтар иҷрошаванда мебошад. Натиҷаҳои тадқиқот мақсаднок будани истифодаи ин усулро дар раванди таълим ҳангоми омӯзиши информатика, электроникаи рақамӣ ва асосҳои техникаи ҳисоббарор тасдиқ мекунанд. Маводи мақола метавонад барои донишҷӯён, омӯзгорон ва ҳамаи онҳое, ки низоми ҳисоб ва усулҳои бадалсозии иттилоотро меомӯзанд, муфид мебошад.

Калидвожаҳо: системаи ададӣ, рамзи дуӣ, алгоритми табдилдиҳӣ, мураккабии ҳисоббарорӣ, мантиқи рақамӣ.

ON A METHOD FOR CONVERTING DECIMAL NUMBERS TO THE BINARY SYSTEM**T.M. Alidodov, R.S. Yazdonqulov**

This article discusses a new method for converting decimal numbers to the binary system. For ease of use, a template table has been compiled for quickly and easily converting from the decimal to the binary system and vice versa. Illustrative examples of conversion are provided, along with a comparison of the new method with the traditional method of dividing by 2. It has been shown that the new translation method is more convenient, easier and faster to perform. The results indicate that the proposed method is well suited for teaching number systems, computer science fundamentals, and digital logic. It can be effectively used as an auxiliary tool in secondary and higher education institutions for improving students' understanding of number system conversions.

Keywords: number system, binary code, conversion algorithm, computational complexity, digital logic.

Введение

Числовая система — важная основа математики, которая помогает нам классифицировать числа и работать с ними структурированным образом. Это позволяет нам легко выполнять основные операции, такие как сложение, вычитание, умножение и деление. Числа являются частью нашей повседневной жизни: от подсчета предметов до измерения расстояния и решения задач [1-2].

Умение переводить числа из одной системы в другую — это чрезвычайно важный навык, закладывающий основу для понимания сложных математических концепций и навыков решения задач. Он применяется как в математике, информатике так и в экономике. Перевод чисел из одной системы счисления в другую используется в программировании, представлении данных и цифровой электронике [3].

В процессе проведения практических работ по переводу из одной системы счисления в другую требуется быстрая проверка результата, чтобы уложиться в отведенное время. Поэтому приходится искать иные способы быстрой проверки результатов.

В данной статье приводится пошаговое объяснение нового способа перевода чисел из десятичной системы счисления в двоичные с примерами для лучшего понимания.

Преобразование десятичных чисел в двоичной системе счисления осуществляется различными методами перевода. Один из наиболее популярным методом преобразования — это рекурсивное деление заданного десятичного числа на основание системы счисления, то есть на 2, 8 и 16 [5-6]. Затем остатки от деления записываются до

тех пор, пока в качестве конечного частного не получится 0. После этого остатки записываются в обратном порядке, чтобы получить двоичное значение заданного десятичного числа. Однако, процесс деления является громоздким, долгим и занимает много времени. Чтобы процесс упростить и сделать более легкими процесс деления заменим на вычитание. Для преобразования десятичного целого число в двоичную систему счисления составим алгоритм процесса перевода и программный код на языке СИ.

Постановка задач

Согласно теории чисел, в общем случае представить произвольное число N в системе счисления с заданным основанием d означает записать его в виде [4]:

$$N = a_n \times d^n + a_{n-1} \times d^{n-1} + \dots + a_2 \times d^2 + a_1 \times d + a_0. \quad (1)$$

где a_n - цифры системы счисления; n - число целых разрядов, d - основание системы.

Число разрядов в десятичном числе при приводе в двоичном счисление находится из формулы:

$$r = \log_2(N_{10}) + 1 \quad (2)$$

здесь r – число разрядов в двоичной системе счисления, N_{10} - десятичное число.

На основание данной формулы создаются число степеней 2^n для перевода произвольного десятичного числа в двоичную систему исчисления.

Для перевода десятичное в двоичные числа удобно пользоваться таблицей степеней двойки (таблица 1).

Таблица 1– Таблица степеней двойки

2^n	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
r	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
N_{10}	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
N_2													

В зависимости от размера десятичного числа число степеней в таблице будут увеличивается.

Излагаем процесс перевода с использованием нового способа с помощью блок-схемы, представленной на рис.1. Процесс вычисления (перевода десятичного целого числа в двоичную систему счисления) приведена в разработанной программе на языке C#. Работоспособность программы проверено на примере перевода десятичного целого число в двоичную систему счисления на основе нового метода.

Решение задач и обсуждение результат

Для примера переводим десятичное число 2358 в двоичные системы счисления на основе выше разработанного алгоритма.

Число разрядов в десятичном числе 2358, согласно формуле (2), равняется:

$$R = \log_2(2358) + 1 = 11 + 1 = 12$$

Для заданного число 2358 число степеней составляет от 2^0 до 2^{12} , ка показано в таблице 2.

Согласно изложенного алгоритма составляется число степеней в виде таблицы 2. Двоичную число «1» поставим под число 2048, так как, $4096 > 2358 > 2048$. Из 2358 вычитаем 2048. Остаток получим число 310. Сопоставляем остаток с числами в таблице: $512 > 310 > 256$. Так как, 512 больше чем 310, но меньше 256, то «1» ставим по числом 256. Под пропущенным числом 1024 и 512 ставим «0». Из 310 вычитаем 256, получаем следующий остаток число 54. Полученный очередной остаток позволяет нам ставить «1» под числом 32, так как 128 и 64 больше 32, под которыми ставим «0». Продолжая таким образом действие, и от 54 отнимаем 32 получим остаток 22, который позволяет нам ставит «1» под числом 16. Из 22 вычитаем 16 и полученный остаток 6 делит «1» на числа 4 и 2. Под числом 1 ставим «0», так как остаток заданного числа сравнялся с нулём.

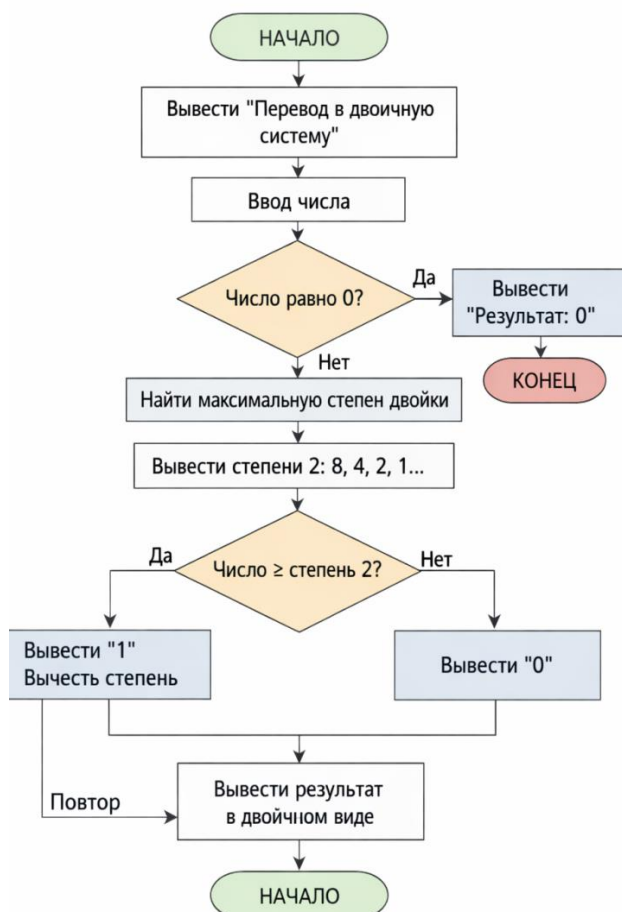


Рисунок 1- Структура алгоритм работы программы перевода чисел

В результате перевода получили: $2358_{10} = 100100110110_2$. Результаты перевода показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты перевода десятичное число 2358 в двоичный

2^n	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
N_{10}	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
N_2		1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0

Разработанная программа перевода десятичного число 2358 в двоичную систему счисления показан на рисунке 2.

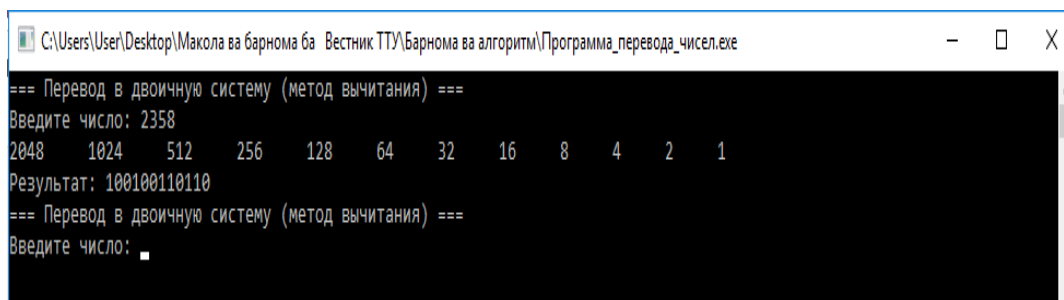


Рисунок 2 - Интерфейс результат перевода

Процесс перевода десятичного числа 2358 в двоичную систему счисления традиционным способом приведён на рисунке 3. Для сравнения на рисунке 4 приведён процесс перевода числа 2358 в двоичную систему счисления новым способом. В процессе перевода с использованием нового способа было выполнено 6 операции вычитания, а при деление на 2 традиционным способом выполняется 11 операции деления, то есть новый способ является более удобным и быстро решаемым. Некоторые десятичные числа могут переводиться в двоичный вовсе с наименьшим числом операции вычитания, из-за того что в них при переводе окажется наименьшее число логических единиц. Например, если взять десятичное число 4097, то “1” ставится только в двух позициях, 4096 и 1, остальные пропускаются и принимают значение двоичный “0”. В результате выполняются всего одно действия вычитания.

Рисунок 3 - Процесс перевода десятичного числа в двоичную систему счисления традиционным способом

Рисунок 4 - Результат процесс перевода числа 2358 в двоичную систему счисления предложенным способом.

При помощи нового способа также можно выполнить обратный перевод из двоичной системы исчисления в десятичную систему исчисления. Для этого заданного двоичного числа разместим в таблице-шаблоне. Суммируя десятичные числа, соответствующие значениям над двоичными числами «1» легко можно вычислить заданное число в десятичной системе исчисления.

Пример: перевести двоичное число 1010011101011 в десятичную.

Размещаем двоичное число в таблице справа налево, получим соответствующую заполненную таблицу 3.

Таблица 3 - Результат перевода двоичного числа в десятичную систему с использованием таблицы-шаблона

2^n	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
N_{10}	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
N_2	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1

Согласно формуле (1),

$$N = 1 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{11} + 1 \cdot 2^{10} + 0 \cdot 2^9 + 0 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4096 + 1024 + 128 + 64 + 32 + 8 + 2 + 1 = 5355.$$

Для простоты и быстроты вычисления суммируем только те числа, под которыми имеются логическое «1», так как, при умножении на значение разряда равной «0» получим результат 0.

Таким образом получим: $1010011101011_2 = 5355_{10}$.

Выводы

В данной статье дано описание позиционных систем счисления, показаны правила выполнения арифметических операций, описаны методы перевода чисел из десятичной системы счисления в двоичную и обратно. Показано представление перевода целых десятичных чисел в двоичный новый способ, который оказывается более легким и понятным. Способы кодирования и представления символьной, графической и другой информации в ЭВМ и ее кодирования базируются на основе использования двоичной и шестнадцатеричной систем счисления. Поэтому можно считать, что материал данного пособия дает хороший фундамент для освоения методов кодирования любой информации в любых типах компьютеров.

Кроме того, данный метод перевода полезно использовать в учебном процессе преподавания информатики и информационных технологии как в средних общеобразовательных учреждениях и в сфере профессионального образования, так и в высших учебных заведениях.

Рецензент: Нематов Д.Д. – к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник ФЛПН имени С.У. Умарова НАНТ.

Литература

1. Черникова Э.В. Позиционные системы счисления: Практикум/ Э.В. Черникова, А.А. Полупанов - Новороссийск: НГМА, 2005, 243с.
2. Григорьев В.В. Системы счисления. Свойства. Конвертация. Алгоритмы / В.В. Григорьев Учебное пособие. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011, 162с.
3. Гашков С. Б. Г12 Системы счисления и их применение / С. Б. Гашков : 2-е изд., испр. и доп. — М. : изд-во МЦНМО, 2012.— 68 с. : ил.
4. Шильдяева, Л.В. Информатика. Системы счисления. Методическое пособие / Л.В. Шильдяева. – Тамбов: Изд-во ООО Орион, 2020. – 32 с.
5. Морозова С. Н. Системы счисления. Перевод чисел из двоичной системы счисления в десятичную / С. Н. Морозова//Информатика. Все для учителя. № 10(70) октябрь 2016 г.-с.28-35.
6. Бозоров, Ш. А. Истифодаи барномаи Excel хангоми иҷрои корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ / Ш. А. Бозоров // Илм - асоси рушди инноватсионӣ : Маводҳои конференсияи IX байналмилалии илмӣ-амалӣ дар мавзӯи, Душанбе, 18–19 апрели 2024 года. – Душанбе: "Промэкспо", 2024. – Р. 219-222. – EDN EPJVKZ..

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

TJ	RU	EN
Алидодов Тутишо Мералишоевич	Алидодов Тутишо Мералишоевич	Alidodov Tutishho Meralishoevich
н.и.ф.-м., ходими пешбари илмӣ	к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	Physics-Technical's Institute. S.U. Umarov of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: t.alidodov@gmail.com		
Яздонкулов Раҳматжон Соҳибжонович	Яздонкулов Раҳматжон Соҳибжонович	Yazdonqulov Rahmatzhon Sohimbzonovich
Унвонҷӯи дараҷаи илмӣ	Соискатель ученой степени	Academic degree applicant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik technic University named after academician M.S. Osimi
E-mail: rahmatjon87@gmail.com ORCID 0009-0004-7082-0183		

АМСИЛАСОЗИИ ТАЪСИРИ ГАРМШАВИИ АЭРОДИНАМИКӢ БА КОМПОЗИТИ C/C+SiC ДАР КОНУСИ БИНИИ КИШТИҲОИ КАЙҲОӢ

Ш.Ҳ. Ҳомидзода¹, Б.Б. Эшов²

¹Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ

²Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Дар ин мақола таъсири амсиласозии гармшавии аэродинамикӣ ба конуси бинии киштиҳои кайҳонӣ, ки аз композитҳои карбон–карбон бо матритсаи карбиди кремний (C/C+SiC) сохта шудааст, тадқиқ шудаанд. Бо истифода аз амсиласозӣ ва ҳисобкуниҳои ададӣ дар барномаҳои Abaqus/Standard ва MATLAB, раванди интиқоли гармӣ, таъсири градиенти ҳарорат (температура) ва тағйирёбии он бо гузашти вақт дар нуктаҳои гуногуни конуси бинӣ (nose cone) омӯхта шудаанд. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки ҳангоми дар фазо ҳаракат кардани киштиҳои кайҳонӣ нуктаҳои конуси бинии он ба ҳарорати максималӣ дучор мешаванд, ки тадриҷан ба қисмҳои дохилии конструксия паҳн мегарданд. Натиҷаҳои тавассути барномаи MATLAB гирифташуда бо амсиласозии ҳароратии дар барномаи Abaqus ҳосилшуда мувофиқат менамоянд, ки дурустии амсиласозии рақамиро тасдиқ менамояд. Тадқиқот нишон медиҳад, ки композити C/C+SiC ҳамчун маводди системаҳои муҳофизатӣ аз гармӣ (СМГ) (Thermal Protection System (TPS)) барои конуси бинии киштиҳои кайҳонӣ қобилияти баланди муқовимат бо таъсири гармшавии аэродинамикӣ доро аст.

Калидвожаҳо: C/C+SiC, конуси бинӣ (nose cone), гузарии гармӣ, ABAQUS, MATLAB, СМГ (TPS), аэродинамика.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО НАГРЕВА НА КОМПОЗИТ C/C+SiC В НОСОВОМ КОНУСЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Ш.Х. Хомидзода, Б.Б. Эшов

В данной статье исследовано моделирование влияние аэродинамического нагрева носового конуса космических аппаратов, изготовленного из углерод-углеродных композитов с матрицей из карбида кремния (C/C+SiC). С использованием методов численного моделирования и расчётов в программных комплексах Abaqus/Standard и MATLAB изучены процессы теплопереноса, влияние температурного градиента и его временная эволюция в различных точках носового конуса. Полученные результаты показывают, что при движении космического аппарата в атмосфере передняя часть носового конуса, подвергается воздействию максимальных температур, после чего тепловой поток постепенно распространяется во внутренние слои конструкции. Результаты, полученные с использованием MATLAB, согласуются с данными температурного моделирования по программе Abaqus, что подтверждает корректность разработанной численной модели. Проведённое исследование демонстрирует, что композит C/C+SiC обладает высокой термостойкостью и может эффективно применяться в качестве материала систем тепловой защиты (Thermal Protection System, TPS) носовых частей космических аппаратов.

Ключевые слова: C/C+SiC, носовой конус, теплоперенос, Abaqus, MATLAB, система тепловой защиты (TPS), аэродинамика.

NUMERICAL MODELING OF THE INFLUENCE OF AERODYNAMIC HEATING ON THE THERMOMECHANICAL BEHAVIOR OF C/C+SiC COMPOSITE IN THE NOSE CONE OF A SPACECRAFT

Sh.H. Homidzoda, B.B. Eshov

This study investigates the effect of aerodynamic heating on the nose cone of spacecraft manufactured from carbon–carbon composites with a silicon carbide matrix (C/C+SiC). Using numerical simulation methods and computational analysis performed in the Abaqus/Standard and MATLAB software environments, heat transfer processes, the influence of temperature gradients, and their temporal evolution at various points of the nose cone were examined. The obtained results indicate that during atmospheric flight, the frontal region of the nose cone is subjected to maximum thermal loads, after which the heat flux gradually propagates into the inner layers of the structure. The results obtained using MATLAB are in good agreement with the temperature distribution predicted by Abaqus simulations, confirming the validity and accuracy of the developed numerical model. The conducted study demonstrates that the C/C+SiC composite exhibits high thermal resistance and can be effectively applied as a material for Thermal Protection Systems (TPS) of spacecraft nose structures.

Keywords: C/C+SiC, nose cone, heat transfer, Abaqus, MATLAB, Thermal Protection System (TPS), aerodynamics.

Муқаддима

Мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, ки ҳангоми баргаштани объектҳои кайҳонӣ ба Замин дар натиҷаи муқовимати атмосфера ба гармшавии шадиди аэродинамикӣ дучор мешаванд. Дар асоси ҳисобкуниҳо ва натиҷаҳои таҷрибавӣ [1] ҳарорат дар қисми пеши конуси бинӣ ва канорҳои пеши боли воситаҳои кайҳонӣ, аз ҷумла Space Shuttle ва X-33, ба 1500–1800°C мерасад. Пас, дар ҷунин шароитҳо маводди махсуси муҳофизатӣ аз гармӣ заруранд. Дар ин асос дар барномаҳои нави кайҳонӣ, композитҳои карбон/карбон+карбиди кремний (C/C+SiC) ҳамчун маводди ояндадор барои СМГ баррасӣ мешаванд, зеро онҳо дар ҳароратҳои баланд дорои ҳосиятҳои баланди механикӣ ва тобоварӣ ба гармӣ мебошанд [2]. Дар инҷо маводди карбон/карбон бо қабати карбиди-кремний рӯйпӯш карда мешаванд, то ки муқовимати онҳо ба вайроншавии сохтор беҳтар шавад. Дар ин тадқиқот омӯзиш ва санҷиши интиқоли гармӣ дар маводди C/C+SiC тавассути симулятсияҳои ABAQUS ва таҳлили натиҷаҳо дар MATLAB муқоиса карда шудаанд.

Дар ин асос тадқиқ ва имконоти тарҳрезии СМГ-ҳои кайҳонӣ бо истифодаи амсиласозии термалӣ масъалаи мубрам ба ҳисоб меравад.

Таҳлили адабиётҳо нишон медиҳанд, ки интиқоли гармӣ дар ҷисмҳои сахт бо ёрии қонуни Фуре шарҳ дода мешавад, ки мувофиқи он сели гармӣ q ба градиенти ҳарорат (температура) дар модда вобаста аст ва дар шакли дифференциалӣ чунин навишта мешавад:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

ки дар ин ҷо α зариби ҳароратгузаронӣ буда, бо ифодаи $\alpha = \frac{k}{\rho c_p}$ муайян карда мешавад ва дар ин ҷо, k – гармигузаронӣ, ρ – зичӣ, он ва c_p – гармиғунҷоиши изобарӣ мебошанд. Дар ҳолати статсионарӣ муодилаи Фуре чунин шаклро мегирад:

$$Q = - \frac{kSA \Delta T}{L}. \quad (2)$$

Бояд гуфт, ки ҳангоми таъсири мутақобила бо муҳити атроф, интиқоли гармӣ аз рӯи қонуни Нютон баҳо дода мешавад, ки чунин шакл дорад:

$$q_{\text{conv}} = h(T_{\text{surface}} - T_{\text{env}}), \quad (3)$$

ки дар он h коэффисиенти интиқоли гармӣ ва T_{surface} ва T_{env} мувофиқан температураҳои сатҳи модул ва муҳити атроф мебошанд. Микдори умумии интиқоли гармӣ ба муҳит, ки дар ҳама сатҳҳо чен карда мешавад, бо ёрии ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$Q = hS(T_{\text{surface}} - T_{\text{env}}), \quad (4)$$

Инчунин, микдори гармии нурбарории ҳароратӣ ё радиатсионӣ ба қонуни Стефан–Болтсман иттилоот менамояд, ки тавассути формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$q_{\text{rad}} = \varepsilon \sigma (T^4 - T_{\text{env}}^4), \quad (5)$$

ки дар ин ҷо ε – зариби қобилияти нурафканӣ ва σ доимии Стефан–Болтсман мебошанд.

Ҳамин тариқ, муодилаҳои асосии интиқоли гармӣ, ки ҳамчун асос барои ҳисоббарорӣ дар ABAQUS истифода мешаванд, қонунҳои Фуре, Нютон ва Стефан–Болтсманро дар бар гирифта, дар чунин шакл навишта мешаванд:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (6)$$

$$q = h(T_s - T_{\text{env}}) \quad (7)$$

$$q_{\text{rad}} = \varepsilon \sigma (T^4 - T_{\text{env}}^4) \quad (8)$$

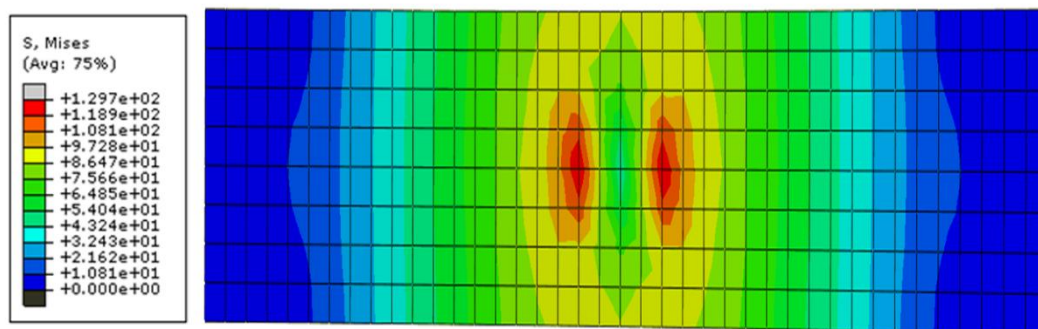
Амсиласозии рақамӣ

Ҳангоми тадқиқ барои гузаронидани амсиласозии интиқоли гармӣ аз нармафзори ABAQUS истифода карда шуд. Геометрияи амсила дар шакли пардаҳои тунук (мисли қисмҳои воқеӣ) сохта шуда, қабатҳои нахҳои карбон дар дохили матрисаи карбиди-кремний ҷойгир карда шуданд. Хосиятҳои термофизикии композити C/C+SiC, аз ҷумла зичӣ, гармиғунҷоиш ва гармигузаронӣ аз адабиёт ва маълумоти истеҳсолкунандагон (масалан, Snecma L6) гирифта шуда, ба амсила ворид карда шуданд [3]. Маводд дорои гармигузаронии тақрибан 3.95 – 4 Вт/(м·К) буда дар ҳароратҳои баланд тобовар мебошад [4].

Таҳлили натиҷаҳо

Таҳлили гузариши ғайриватсионии ҳарорат бо мурури вақт дар муҳити ABAQUS бо истифода аз усули устувор иҷро гардид. Натиҷаҳои ҳисоббарорӣ ба формати CSV содир шуда, барои коркарди минбаъда ва таҳияи диаграммаҳои дуандоза (2D) дар муҳити MATLAB истифода шуданд. Натиҷаҳои тадқиқот дар расмҳои 1-4 пешниҳод шудаанд.

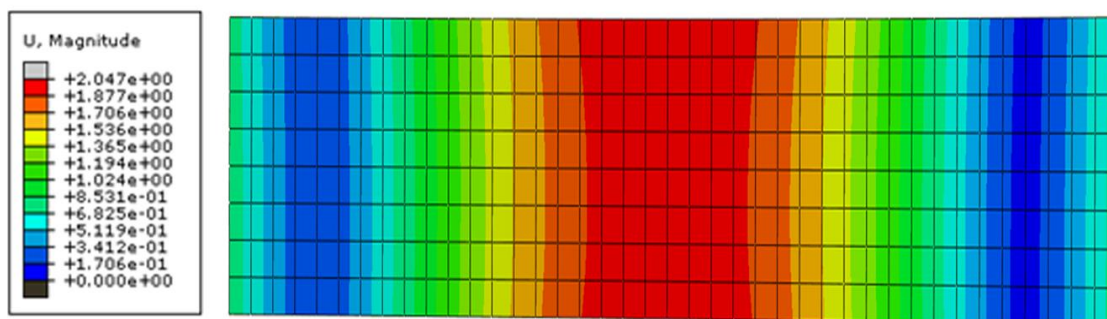
Дар расми 1 тақсими ҳарорат дар буриши дохилии амсила нишон дода шудааст.



Расми 1- Контури ҳарорати ABAQUS барои C/C+SiC пас аз таъсири гармии беруна

Чи тавре аз расми 1 дида мешавад, ҳароратҳои баланд бо рангҳои сурх ва ҳароратҳои паст бо рангҳои кабуд-сабз ишора шудаанд. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки ҳарорат дар нуқтаҳои маркази наздикии манбаи гармӣ максималӣ аст ($\sim 1400^{\circ}\text{C}$). Дар вақти ба канораҳои конуси бинӣ гузаштан интиқоли гармӣ босуръат паст мешавад ва байни марказ ва канор тағйирёбии ҳарорат ба $700^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C}$ баробар мешавад, ки ин нишонаи кам шудани интиқоли гармӣ тавассути қабатҳои карбон мебошад, ки ба мақсад мувофиқ аст.

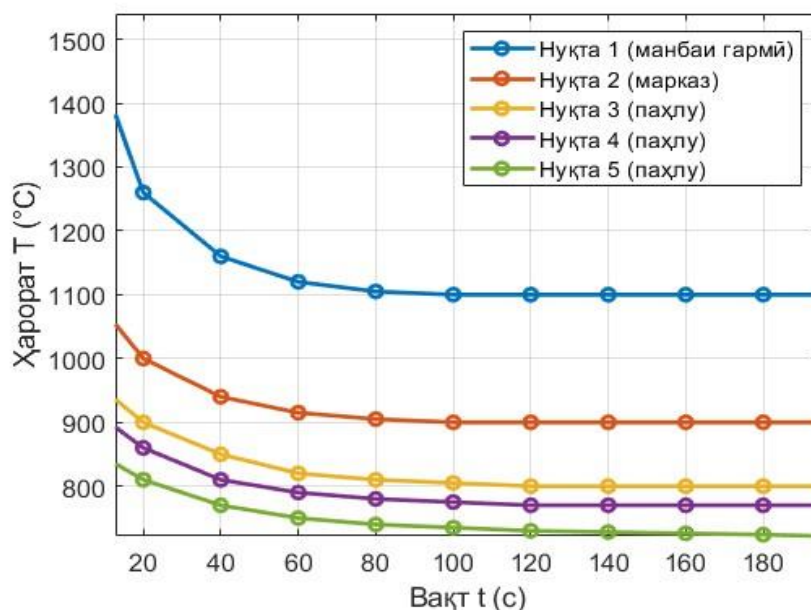
Дар расми 2 хатҳои баробар будани ҳарорат (барои ҳар 100°C) дар сатҳи болоии амсила нишон дода шудаанд. Аз он дида мешавад, ки дар кунҷҳо ва паҳлӯҳои амсилаи композит ҳарорат баланд нест ва хатҳо дар кунҷҳо ба ҳам наздик ҳастанд ва ин маънои онро дорад, ки гармӣ дар онҳо босуръати баланд паҳн намешавад. Дар ҳудудҳои дохилӣ, хатҳо фосила доранд ва ин аз он шаҳодат медиҳад, ки гармӣ асосан ба тарафи марказ афзоиш ёфтааст. Ин натиҷаҳо тасдиқ менамоянд, ки геометрияи тунуки амсила ва параметрҳои гармидиҳии композити карбон, аз ҷумла гузарониши гармӣ ва гармоғунҷоиши хос, ба паст шудани ҳарорат дар нуқтаҳои марказӣ мусоидат мекунанд.



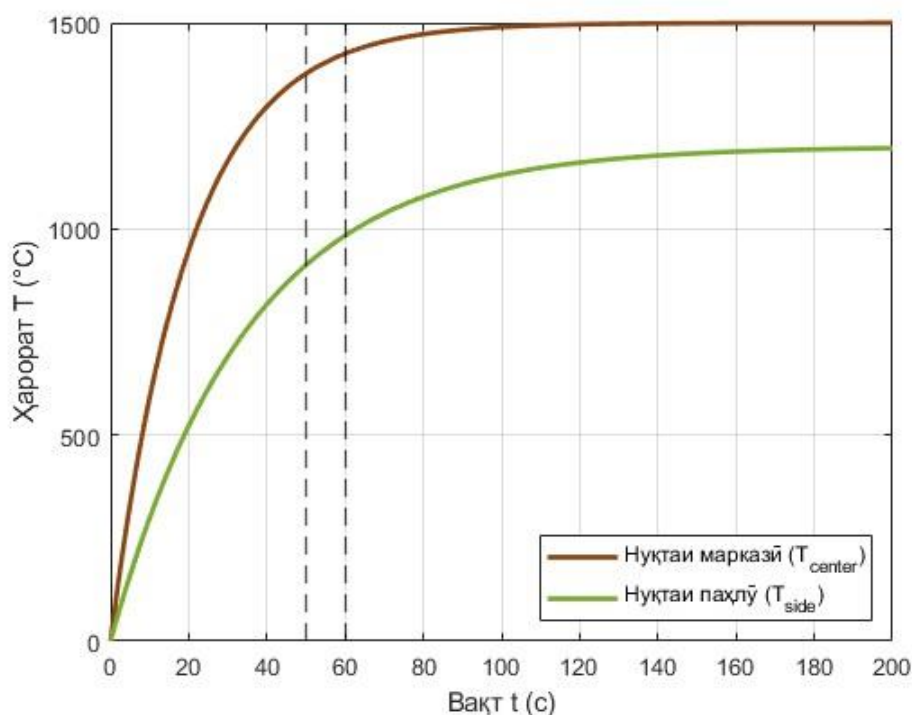
Расми 2 - Контурҳои баробарҳарорат дар ABAQUS барои C/C+SiC дар давоми симулятсияи гармкунӣ

Ҳисоби тақсимои ҳарорат дар нуқтаҳои интихобшудаи амсила бо истифода аз MATLAB дар расми 3 оварда шудааст.

Дар инҳо тағйирёбии ҳарорат дар манбаи гармӣ, се нуқтаи паҳлӯӣ ва нуқтаи марказии амсила нишон дода шудааст ва дида мешавад, ки ҳарорат дар нуқтаи наздикии манбаи гармӣ нисбат ба паҳлӯҳо ва нуқтаи марказӣ бо суръати баланд паст мешавад. Дар давоми 1 дақиқа ҳарорат аз $\sim 1600^{\circ}\text{C}$ то ба $\sim 1130^{\circ}\text{C}$ паст шуда, дар муддати 3 дақиқа то ба $\sim 1100^{\circ}\text{C}$ мерасад. Пастшавии ҳарорат дар паҳлӯҳо ва марказ дар фосилаи то 1 дақиқа $130 - 230^{\circ}\text{C}$ -ро ташкил менамояд. Дар нуқтаҳои канории амсила дар муддати 3 дақиқа ба қимати доимии $700-800^{\circ}\text{C}$ мерасад. Ин нишон медиҳад, ки пас аз марҳилаи ибтидоии таъсири гармӣ системаи гармидиҳӣ дар муддати 1-1,5 дақиқа ба ҳолати устувор (стационарӣ) бар мегардад.



Расми 3 - Тағйирёбии ҳарорат дар нуқтаҳои гуногуни амсила



Расми 4- Вобастагии тағйирёбии ҳарорат аз вақт

Вобастагии тағйирёбии ҳарорат аз вақт дар расми 4 оварда шудааст, ки бо истифода аз MATLAB сохта шудааст. Дар ин расм тағйирёбии ҳарорати нуқтаи марказӣ (хатти қаҳваранг) ва нуқтаи пахлӯӣ (хатти сабз) вобаста аз вақт оварда шудааст ва дар он ҳарорат дар давоми 1 дақиқа дар нуқтаи марказии амсила ба 1450°C баланд шуда, ба қимати устувории ҳароратӣ мерасад. Ин раванди гармшавӣ нишон медиҳад, ки системаи моелсозӣ дар аввали гармкунӣ тез гарм мешавад ва сипас ба ҳолати устувории ҳароратӣ

мегузарад. Аммо дар нуқтаҳои аз марказ дуртар баландшавии ҳарорат то 1100°C паст мешавад, ки бо маълумоти таҷрибавӣ мувофиқат мекунад. Масалан, дар санҷишҳои «Plasma Wind Tunnel» [5] барои панелҳои C/C+SiC ҳарорати максималии дар сатҳи конструктиви рӯи панели гармшуда тақрибан 1430°C буд, ки ба натиҷаҳои амсиласозии мо ($1400\text{--}1500^{\circ}\text{C}$) хеле наздик аст. Ин тасдиқ мекунад, ки шартҳои канорӣ ва муодилаҳои интиҳобшуда воқеан мувофиқанд. Илова бар ин, тадқиқот нишон медиҳанд, ки коэффитсиенти гармигузаронии C/C+SiC дар ҳароратҳои баланд паст буда (тақрибан $3.95\text{--}4\text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ дар $\sim 700^{\circ}\text{C}$) ва интиқоли гармӣ дар самтҳои гуногун фарқ мекунад [6]. Ин ҳолат боиси он мегардад, ки чараёни гармӣ дар қабатҳои паҳлуии композит босуръат паҳн шуда, ҳарорат дар ҳаҷми дохили нисбатан паст нигоҳ дошта шавад.

Дар маҷмӯъ, амсиласозии рақамӣ бо ABAQUS нишон дод, ки композити C/C+SiC барои муҳофизати гармӣ дар ҳароратҳои баланд муносиб аст. Натиҷаҳои амсиласозии интиқоли гармӣ ва тақсими ҳарорат, ки бо истифода аз қонунҳои Фуре, Нютон ва Стефан-Болтсман санҷида шуд, дар ҳароратҳои баланд бо натиҷаҳои таҷрибаҳои амалӣ [5] мувофиқат мекунад ва барои тарҳрезии таҷҳизоти кайҳонӣ мувофиқ аст.

Хулоса

Тадқиқоти мазкур бо истифода аз амсиласозии гармидиҳӣ дар ABAQUS ва таҳлили графикӣ дар MATLAB нишон дод, ки композитҳои C/C+SiC дорои устувории хуб дар ҳароратҳои баланд мебошанд. Муодилаҳои интиқоли гармӣ, аз ҷумла Фуре, Нютон ва Стефан-Болтсман дар амсилаи рақамӣ татбиқшаванда буда, ба тақсими воқеӣ ва техникии раванди интиқоли гармӣ дар композити C/C+SiC мувофиқат менамоянд. Таҳлилҳо нишон доданд, ки ҳарорат дар нуқтаи 2 (наздиқ ба манбаи гармӣ) 1100°C -ро ташкил дода, дар нуқтаҳои 3-4, ки дар канорҳо ҷойгиранд, аз 930°C то 830°C баробар мебошанд, ки ин нисбат ба нуқтаи 2 пасттар аст. Ин маълумот метавонад барои оптимизатсияи ғафсии панел ва тарроҳии маводди СМГ-и истифодашаванда дар барномаҳои кайҳонӣ муҳим бошад.

Хулосаҳои бадастомада бо тадқиқоти муносири хориҷӣ оид ба маводди СМС барои системаҳои муҳофизати гармӣ (TPS) мувофиқат доранд. Устувории баланди ҳароратӣ ва устувории гармигузаронии C/C+SiC дар қорҳои [7-9] истифода шудаанд, ки дар он нақши усулҳои ҳисоббарорӣ дар оптимизатсияи ғафсии панелҳои муҳофизати гармӣ нишон дода шудааст.

Муқаррир: Самеҳзода. Ш.- д.и.т., профессор, мудири кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии факултети химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Cleland, J. Thermal Protection System of the Space Shuttle / J. Cleland, F. Iannetti. - Washington: NASA, 1989. - NASA Contractor Report NASA-CR-4227.
2. NASA/JSC. Orbiter Thermal Protection System Overview [Electronic resource]. - Available at: [NASA](#) (accessed: 10.09.2025).
3. Glass, D. E. Ceramic Matrix Composite (CMC) Thermal Protection Systems / D. E. Glass [et al.] // AIAA Paper. - 2008. - No. 2008-1134.
4. Li, Z. Thermal conductivity of C/C-SiC composites and its influence factors / Z. Li, P. Xiao, X. Xiong, B. Huang // Journal of Central South University (Science and Technology). - 2013. - Vol. 44, No. 1. - P. 40 - 45.
5. CFC CARBON Composite Co. Carbon Composite Materials for TPS [Electronic resource]. -2018. - Available at: [CFC CARBON Composite Co.](#) (accessed: 20.09.2025).
6. Achour, A. Numerical Development and Correlation of an Accurate Thermal-Structural 1D Oxidation Model for Hot Structures of Reusable Hypersonic Vehicles / A. Achour, J. A. Fasanella, D. A. Boggs, R. R. Staehle, B. R. Gleason // AIAA Aerospace Sciences Meeting. -2011. - P. 1-15. - DOI: 10.2514/6.2011-1965.
7. Zhang, Y. High-temperature behavior and thermal shock resistance of C/C-SiC composites for thermal protection systems / Y. Zhang, H. Liu, X. Wang // Ceramics International. - 2021. -Vol. 47, No. 18. -P. 25630 - 25641.

8. Li, J. Thermal conductivity evolution of C/C - SiC composites under extreme aerothermal environments / J. Li, M. Chen, K. Zhou // Journal of the European Ceramic Society. - 2022. - Vol. 42, No. 9. - P. 3815 - 3826.
9. Park, S. Numerical and experimental investigation of CMC nose cone structures for hypersonic vehicles / S. Park, D. Kim, J. Lee // Aerospace Science and Technology. - 2023. - Vol. 134. -Article 107915.

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

TJ	RU	EN
Ҳомидзода Шаҳобуддин Ҳошим	Хомидзода Шахобуддин Хошим	Homidzoda Shahobuddin Hoshim
Муҳандиси пешбар	Ведущий инженер	Leading engineer
Институти физикаю техникии Академияи илмҳои Тоҷикистон ба номи С.У.Умаров	Физико-технический институт им. С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: safobakhsh1@gmail.com		
TJ	RU	EN
Эшов Бахтиер Бадалович	Эшов Бахтиер Бадалович	Eshov Bakhtier Badalovich
д.и.т	д.т.н.	Doctor of Technical Sciences
Институти химияи ба номи В.И. Никитинаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	Институт химии имени В. И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана	V. I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЮРИДИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА ТАДЖИКСКОМ ЯЗЫКЕ

Х.А. Худойбердиев, Г.Х. Сафаров

Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими в городе Худжанд

В статье проведён систематический обзор и классификация методов и моделей интеллектуального анализа юридических текстов. Особое внимание уделено перспективам применения рассмотренных методов к таджикскому языку, для которого характерны отсутствие крупных размеченных юридических корпусов и специализированных языковых моделей. Показано, что наиболее обоснованным для построения интеллектуальной правовой системы на таджикском языке является комбинированный подход, сочетающий построение структурированного нормативно-правового корпуса, формирование семантического поиска на базе многоязычных векторных представлений и ограниченную генерацию ответов с обязательной привязкой к нормативным источникам.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ текста; обработка естественного языка; большие языковые модели; дополненная поиском генерация; юридические тексты; низкоресурсные языки; таджикский язык; семантический поиск; корпусная лингвистика права.

УСУЛҶО ВА АМСИЛАҶОИ ТАҲЛИЛИ ЗЕҲНИИ МАТНҶОИ ҲУҚУҚӢ БА ЗАБОНИ ТОҶИКӢ

Х.А. Худойбердиев, Г.Х. Сафаров

Дар мақола баррасии низоминок ва таснифоти усулҳои амсилаҳои таҳлили зеҳнии матнҳои ҳуқуқӣ гузаронида шудааст. Ба дурнамои истифодаи усулҳои баррасишуда барои забони тоҷикӣ, ки бо набудани корпусҳои бузурги ҳуқуқии ишораткардашуда ва моделҳои махсуси забонӣ тавсиф мешавад, диққати махсус дода шудааст. Нишон дода шудааст, ки барои сохтани низоми ҳуқуқии зеҳнӣ ба забони тоҷикӣ муносибати таркибӣ, ки сохтани корпуси сохтории меъёрии ҳуқуқӣ, ташаккули ҷустуҷӯи семантикиро дар асоси ифодаҳои бисёрзабонаи векторӣ ва тавлиди маҳдуди ҷавобхоро бо тақия ба манбаъҳои меъёрӣ муттаҳид мекунад, асоснок мебошад.

Калидвожаҳо: таҳлили зеҳнии матн; коркарди забони табиӣ; моделҳои калони забонӣ; тавлиди бо ҷустуҷӯи пурраткардашуда; матнҳои ҳуқуқӣ; забонҳои камзаҳира; забони тоҷикӣ; ҷустуҷӯи семантикӣ; забониносии корпусии ҳуқуқӣ.

METHODS AND MODELS OF INTELLIGENT ANALYSIS OF LEGAL TEXTS IN THE TAJIK LANGUAGE

Kh.A. Khudoyberdiev, G.H. Safarov

The article presents a systematic review and classification of methods and models for the intelligent analysis of legal texts. Particular attention is paid to the prospects of applying the considered methods to the Tajik language, which is characterized by the absence of large annotated legal corpora and specialized language models. It is shown that the most justified approach for building an intelligent legal system in the Tajik language is a combined one that integrates the construction of a structured normative legal corpus, semantic search based on multilingual vector representations, and constrained answer generation with mandatory grounding in normative sources.

Keywords: text mining; natural language processing; large language models; retrieval-augmented generation; legal texts; low-resource languages; Tajik language; semantic search; legal corpus linguistics.

Введение

Цифровизация правовой сферы и стремительный рост объёма нормативно-правовых актов обуславливают потребность в интеллектуальных методах обработки юридических текстов. Традиционные правовые информационные системы, ориентированные на хранение и поиск документов по формальным признакам, не обеспечивают семантического анализа содержания норм и не позволяют формировать ответы на запросы пользователей, выраженные на естественном языке. В этих условиях возрастает значение методов искусственного интеллекта и обработки естественного языка, способных учитывать смысловое содержание правовых текстов.

За последние десятилетия сформировалось значительное многообразие подходов к интеллектуальному анализу юридических текстов – от ранних формально-логических и основанных на прецедентах систем до современных больших языковых моделей. Это многообразие порождает потребность в систематизации и сравнении методов, а также в оценке их применимости к конкретным языковым и правовым условиям. Особую сложность представляет применение указанных методов к низкоресурсным языкам, для которых отсутствуют крупные размеченные корпуса юридических текстов и специализированные языковые модели. К числу таких языков относится таджикский язык, что определяет необходимость отдельного рассмотрения применимости существующих методов к национальной правовой системе Республики Таджикистан.

Целью настоящего исследования является классификация и сравнительный анализ методов и моделей интеллектуального анализа юридических текстов, а также оценка перспектив их применения для таджикского языка. Для достижения поставленной

цели решаются следующие задачи: выделение основных классов методов обработки правовых текстов; сравнение этих классов по критериям точности, проверяемости, масштабируемости и требований к данным; разработка графического и алгоритмического описания комбинированного метода и методики его экспериментальной оценки; обоснование выбора подхода, наиболее пригодного для условий низкоресурсного таджикского языка.

Научная новизна работы заключается в следующем. Во-первых, выполнена систематизация методов интеллектуального анализа юридических текстов под углом их применимости к низкоресурсному таджикскому языку, что ранее в литературе не рассматривалось. Во-вторых, предложен комбинированный метод, в котором структурная сегментация нормативных актов выполняется по иерархии единиц национального законодательства Республики Таджикистан (кодекс – «*боб*» – «*модда*» – «*қисм*» – «*банд*»), а генерация ответа жёстко привязывается к этим структурным единицам, что обеспечивает проверяемость результата в условиях отсутствия размеченных корпусов. В-третьих, для предложенного метода даны его формальная модель и набор метрик оценки, ориентированные на специфику правовых запросов на таджикском языке.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили научные работы в области интеллектуального анализа правовых текстов, корпусной лингвистики права, обработки естественного языка и больших языковых моделей, опубликованные в период с 2005 по 2025 год. Методологической основой выступает сравнительный аналитический обзор: рассматриваемые методы группируются по классам и сопоставляются по ряду критериев – интерпретируемость и проверяемость результатов, требования к объёму и качеству обучающих данных, масштабируемость, а также применимость к низкоресурсным языкам. Подобный подход согласуется с принятой в современных обзорных исследованиях практикой систематизации методов по задачам, моделям и сопутствующим ограничениям [6, 7].

Проведённый анализ позволяет выделить четыре основных класса методов интеллектуального анализа юридических текстов, последовательно сменявших друг друга по мере развития искусственного интеллекта и обработки естественного языка. Рассмотрим каждый класс с точки зрения принципов работы, преимуществ, ограничений и применимости к таджикскому языку.

Формально-логические и основанные на прецедентах методы

Исторически первые подходы к автоматизации правовых рассуждений опирались на формальное представление знаний и логический вывод. К данному классу относятся экспертные системы, системы аргументации [1] и методы рассуждения на основе прецедентов (РОП). В основе РОП лежит моделирование аналогического рассуждения, которое юрист применяет, сопоставляя текущую ситуацию с ранее решёнными делами и выявляя сходство между ними. Теоретические основы формализации правовых рассуждений и когнитивного подхода к праву подробно изложены в работах по аргументации в искусственном интеллекте [1].

Сильной стороной данного класса методов является прозрачность и интерпретируемость: каждый вывод системы может быть прослежен по цепочке логических правил или явно указанных прецедентов. Однако этим методам присущи существенные ограничения – необходимость ручной формализации правовых норм и знаний экспертами, высокая трудоёмкость сопровождения базы правил, а также слабая устойчивость к естественно-языковой вариативности формулировок. Применительно к таджикскому языку эти методы не требуют больших размеченных корпусов, что является преимуществом в условиях дефицита данных, однако трудозатраты на ручную формализацию таджикского законодательства делают такой подход плохо масштабируемым.

Здесь необходимо пояснить, что понимается под «большим размеченным корпусом», поскольку именно требование к таким данным определяет применимость методов машинного обучения. Размеченный корпус – это не просто собрание текстов законов, а коллекция, в которой к текстам вручную добавлены метки: границы и тип структурных единиц: статья, часть, пункт, отрасль права, перекрёстные ссылки между нормами, а для задач вопросно-ответного взаимодействия – пары «вопрос – эталонный

ответ со ссылкой на норму». Именно на таких размеченных примерах обучаются и оцениваются модели. Для англоязычной юридической сферы созданы корпуса подобного масштаба – например, система, объединяющий порядка двухсот тысяч размеченных юридических текстов, и платформа, содержащий тысячи аннотаций, выполненных профессиональными юристами. Создание подобных ресурсов является дорогостоящим: разметку должны выполнять специалисты с юридической квалификацией, а трудоёмкость измеряется человеко-годами экспертной работы; стоимость формирования корпуса объёмом в десятки тысяч размеченных примеров оценивается в сотни тысяч долларов [9, 12].

Для таджикского языка размеченные юридические корпуса подобного масштаба отсутствуют, а их создание с нуля в обозримой перспективе требует целевого государственного финансирования. Данное обстоятельство имеет принципиальное значение для выбора подхода: методы, основанные на обучении модели на размеченных данных, оказываются практически нереализуемыми, тогда как дополненная поиском генерация работает на неразмеченном корпусе нормативно-правовых актов, для которого достаточно структурной разбивки текста без дорогостоящей ручной разметки эталонных ответов. Тем самым ограничение по данным превращается в аргумент в пользу комбинированного подхода, рассматриваемого ниже.

Корпусная лингвистика и интеллектуальный анализ текста

Второй класс методов основан на статистическом анализе больших коллекций правовых текстов. Развитие корпусной лингвистики права позволило перейти от интуитивного толкования к эмпирическому анализу языка закона на основе данных [10]. В рамках данного направления применяются методы интеллектуального анализа текста: тематическое моделирование, анализ сетей текстовых ссылок, частотный анализ и кластеризация. Показательным примером является компьютерный анализ корпуса исламского права, в котором применялись анализ повторного использования текста на основе аннотаций и HTML-разметки, а также тематическое моделирование для исследования эволюции правовых текстов на протяжении длительного исторического периода [10].

Ключевым преимуществом данного класса является способность выявлять скрытые закономерности и структуру в больших массивах правовых документов без ручного кодирования правил. Ограничения связаны с необходимостью тщательной предварительной обработки и разметки текстов, а также с зависимостью качества результатов от объёма и репрезентативности корпуса. Опыт применения корпусных методов к неевропейским и исторически удалённым правовым системам [9] представляет особый интерес для таджикского языка, поскольку демонстрирует принципиальную возможность построения структурированного юридического корпуса для языка с ограниченными ресурсами [10-12].

Статистические и нейросетевые методы представления текста

Третий класс связан с переходом от подсчёта частот к распределённым векторным представлениям текста, отражающим его смысловое содержание. Распределённые векторные представления слов и предложений позволили численно выражать семантическую близость языковых единиц. Принципиальным сдвигом стало появление архитектуры «трансформер», основанной на механизме внимания, на базе которой были разработаны предварительно обученные языковые модели, в частности BERT, продемонстрировавшие высокое качество в широком спектре задач понимания текста. Для информационного поиска по правовому корпусу применяются современные методы плотного извлечения фрагментов на основе векторных представлений [4].

Преимуществом нейросетевых представлений является способность улавливать семантику текста и обеспечивать поиск по смыслу, а не по точному совпадению слов. Применительно к низкоресурсным языкам решающее значение приобретают многоязычные и кросс-языковые модели представлений [3], позволяющие переносить семантические представления между языками. Исследования показывают, что для языков с малым объёмом данных качество представлений может быть повышено за счёт переноса из родственных языков, что особенно актуально для таджикского языка, имеющего близкое родство с персидским. Тем не менее качество представлений для

таджикского языка остаётся ограниченным вследствие недостаточного объёма обучающих данных.

Большие языковые модели и дополненная поиском генерация

Четвёртый, наиболее современный класс методов основан на больших языковых моделях (БЯМ), обученных на значительных объёмах текстовых данных и способных решать задачи в режиме обучения на малом числе примеров [2]. Современные обзоры подтверждают активное применение БЯМ в правовой сфере для задач классификации, суммаризации, извлечения информации и вопросно-ответного взаимодействия [6, 7]. Вместе с тем прямое применение БЯМ в праве сопряжено с принципиальным риском генерации правдоподобных, но недостоверных утверждений, не подтверждённых нормативными источниками.

Решением данной проблемы выступает дополненная поиском генерация (ДПГ), при которой релевантные фрагменты извлекаются из внешнего хранилища документов и используются в качестве контекста при формировании ответа [5]. Такой подход обеспечивает привязку ответов к проверяемым источникам и существенно снижает риск галлюцинаций. Применение ДПГ к юридическим задачам продемонстрировало возможность построения интерпретируемых систем вопросно-ответного взаимодействия со ссылками на правовые нормы [7]. Особый интерес представляет подход РОП-ДПГ, объединяющий рассуждение на основе прецедентов с дополненной поиском генерацией [8]; тем самым замыкается логическая связь между первым и четвёртым классами методов, и классическая идея аналогического рассуждения получает новое воплощение в архитектуре современных систем.

Преимуществами данного класса являются высокое качество генерации естественно-языковых ответов, масштабируемость, где обновление корпуса не требует переобучения модели и возможность привязки результатов к источникам. Основными ограничениями для таджикского языка остаются отсутствие специализированных языковых моделей и размеченных юридических данных, а также зависимость качества от точности семантического поиска, ограниченной языковыми ресурсами [10].

Сравнительный анализ методов

Обобщение рассмотренных классов методов по ключевым критериям представлено в таблице 1. В качестве критериев сравнения приняты: интерпретируемость результатов, требования к объёму обучающих данных, масштабируемость и применимость к таджикскому языку в его текущем состоянии.

Таблица 1- Сравнение классов методов интеллектуального анализа юридических текстов

Класс методов	Интерпретируемость	Требования к данным	Масштабируемость	Применимость к таджикскому языку
Формально-логические и РОП	Высокая	Низкие (ручная формализация)	Низкая	Ограниченная (трудоемкость формализации)
Корпусные методы и text mining	Средняя	Средние	Средняя	Перспективная (при построении корпуса)
Нейросетевые представления и поиск	Низкая	Высокие	Высокая	Условная (через многоязычные модели)
БЯМ и дополненная поиском генерация	Средняя (при ДПГ)	Высокие	Высокая	Перспективная (ДПГ + многоязычные модели)

Примечание: Исследование авторов.

Как следует из таблицы 1, ни один из классов методов не является в чистом виде оптимальным для условий низкоресурсного таджикского языка. Формально-логические методы трудоёмки в сопровождении, чистые нейросетевые и генеративные подходы

предъявляют высокие требования к данным и подвержены риску недостоверной генерации. Наиболее обоснованным представляется комбинированный подход, сочетающий построение структурированного нормативно-правового корпуса, семантический поиск на основе многоязычных представлений с нейросетевыми методами и ограниченную генерацию ответов со ссылками на источники.

Сравнительный анализ генеративных моделей

Помимо сравнения классов методов, для практической реализации системы необходимо сопоставить конкретные генеративные большие языковые модели, пригодные для локального развёртывания. В качестве критериев сравнения приняты: поддержка таджикского языка и многоязычность, размер модели и требования к вычислительным ресурсам, возможность полностью локального использования и характер лицензии. Результаты сопоставления приведены в таблице 2. Следует отметить, что ни одна из рассмотренных моделей не заявляет официальной поддержки таджикского языка; однако модели Qwen 2.5 и Aya Expanse поддерживают персидский язык, что вследствие близкого языкового родства обеспечивает частичную применимость к таджикскому.

Таблица 2 - Сравнение генеративных больших языковых моделей для локального применения

Модель	Многоязычность / таджикский	Размеры (число параметров)	Локальное использование	Лицензия
Qwen 2.5	Более 29 языков; персидский есть, таджикского нет	0.5–72 млрд (в т.ч. 7, 14, 32)	Да (Ollama/LM Studio)	Apache 2.0 (кроме 3B и 72B)
Aya Expanse	23 языка; персидский есть, таджикского нет	8 и 32 млрд	Да (открытые веса)	CC-BY-NC 4.0 (некоммерческая)
Llama 3.1	8 языков; персидского и таджикского нет	8, 70, 405 млрд	Да (открытые веса)	Llama Community License
GPT-4o (OpenAI)	Многоязычная; таджикский ограниченно	Не раскрывается	Нет (только облако)	Проприетарная (API)

Примечание: Исследование авторов.

Из таблицы 2 следует, что проприетарные облачные модели (например, GPT-4o) неприменимы в силу требования полностью локальной и автономной работы системы. Модель Aya Expanse обладает сильной многоязычной подготовкой, однако её некоммерческая лицензия (CC-BY-NC 4.0) ограничивает дальнейшее практическое внедрение. Модель Llama 3.1 поддерживает ограниченный набор языков, не включающий персидско-таджикскую группу. Наиболее сбалансированным выбором является Qwen 2.5 в варианте 14 млрд параметров: он сочетает широкую многоязычную поддержку (включая персидский язык, родственный таджикскому), разумные требования к ресурсам, возможность полностью локального развёртывания и разрешительную лицензию Apache 2.0. При этом окончательный выбор между Qwen 2.5 и Aya Expanse должен определяться эмпирически – по результатам экспериментальной оценки качества ответов на таджикском языке.

Графическое и алгоритмическое описание комбинированного метода

Предлагаемый комбинированный метод объединяет сильные стороны трёх классов и состоит из двух этапов – подготовки корпуса, где однократно выполняется и обработки запроса, где выполняется при каждом обращении пользователя. Общая схема метода приведена на рисунке 1.



Рисунок 1- Схема комбинированного метода: этап подготовки корпуса и этап обработки запроса

Алгоритмически метод может быть представлен следующей последовательностью шагов.

Этап предварительной подготовки корпуса:

- 1) загрузка исходных нормативно-правовых актов в форматах файлов и HTML;
- 2) синтаксический разбор и структурная сегментация документов с выделением иерархии: кодекс → глава («боб») → статья («модда») → часть («қисм») → пункт («банд»);
- 3) формирование фрагментов, чанков на уровне статьи или части с сохранением структурных метаданных: название документа, редакция, номера главы, статьи, части, пункта;

- 4) векторизация каждого фрагмента с помощью многоязычной модели;

- 5) сохранение векторов и метаданных во векторном хранилище.

Этап обработки запроса в реальном времени:

- 6) приём запроса пользователя на таджикском языке;
- 7) векторизация запроса с использованием модели пункта 4;
- 8) семантический поиск к наиболее близких фрагментам в векторном хранилище;
- 9) формирование контекста из найденных фрагментов и передача его языковой модели вместе с запросом;
- 10) генерация ответа с обязательным указанием точной ссылки на норму («модда»/«қисм»/«банд») на основе метаданных извлечённых фрагментов.

Математическая модель решения проблемы

Формализуем ключевые этапы предложенного метода. Пусть правовая база данных (корпус нормативно-правовых актов) состоит из множества документов или их фрагментов, статей и пунктов:

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$$

При этом, входящий запрос пользователя на таджикском языке обозначается q . Для преодоления языкового барьера используется многоязычное семантическое пространство размерности d , отображение текста в вектор выполняется предварительно обученной многоязычной векторной моделью, на пример в данной исследовании использованы модели BGE-M3, mBERT, XLM-R, LaBSE:

$$f: T \rightarrow \mathbb{R}^d$$

где,

T – множество всех текстовых строк;

$v = f(q)$ – запрос в виде векторной модели;

$v_i = f(d_i)$ – векторы документов.

Модель семантического поиска и фильтрации релевантных источников основан на максимизации косинусного сходства между вектором запроса и векторами документов. На основе полученных исходных данных функция сходства получает следующий вид:

$$\text{Sim}(q, d_i) = \frac{\mathbf{v}_q \cdot \mathbf{v}_{d_i}}{\|\mathbf{v}_q\| \|\mathbf{v}_{d_i}\|} = \frac{\sum_{j=1}^d v_{q,j} v_{d_i,j}}{\sqrt{\sum_{j=1}^d v_{q,j}^2} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^d v_{d_i,j}^2}}$$

В этом этапе формируется подмножество кандидатов $R \subset D$, который состоит из k документов с наивысшими оценками сходства:

$$R = \arg \max_{d_i \in D}^{(k)} \text{Sim}(q, d_i)$$

Для решения задачи *ограниченной генерации ответов* A на таджикском языке формулируется поиск последовательности токенов $A = (a_1, a_2, \dots, a^L)$, максимизирующей условную вероятность при заданном запросе q и извлечённом контексте C . Используя автоматическую регрессионную функцию генеративной большой языковой модели:

$$P(A | q, C) = \prod_{t=1}^L P(a_t | a_1, \dots, a_{t-1}, q, C)$$

Для выполнения условия обязательной привязки к источникам вводится штрафная функция с ограничениями на генерацию. Оптимальный ответ A^* определяется как:

$$A^* = \arg \max_A \log P(A | q, C) - \lambda \cdot \mathbb{I}(A \nrightarrow C)$$

где, $\mathbb{I}(A \nrightarrow C)$ – функция определения, получаем 1, если сгенерированный текст содержит утверждения, получаем 0, если текст полностью верифицируем;

λ – жёсткий коэффициент, который регулирует свободную генерацию без опоры на контекст.

Следует отметить, что в предложенной математической модели генерация ответов ограничиваются извлечёнными нормативно-правовыми документами, что обеспечивают достоверность результатов.

Архитектура программной реализации

Предложенный метод реализуется в виде полностью локальной программной системы, не зависящей при работе от внешних сетевых сервисов, что обусловлено требованиями к автономности и контролю над обработкой правовых данных. Архитектура построена на разделении ответственности между двумя языковыми платформами. Управляющий слой, реализованный на платформе .NET с использованием языка программирования C#, отвечает за синтаксический разбор и структурную сегментацию нормативных документов с использованием библиотеки AngleSharp для обработки документов в формате HTML. Разрабатываемые API-модули позволяют за верификацию этапов обработки запроса и за достоверное взаимодействие с векторным хранилищем. Модули машинного обучения, будут реализованы на языке программирования Python, которые изолированы и отвечают исключительно за формирования векторной модели входящих данных и генерации языковой модели в виде локальных HTTP-элементов. Векторное хранилище реализуется средствами СУБД Qdrant, модели векторизация BGE-M3, а модель генерации в среде Ollama и/или LM Studio. Использование современных технологий и средств искусственного интеллекта обеспечивают технологическую гибкость

между сгенерированной языковой модели и векторов без наглядной нагрузки на управляющую логику.

Характеристики корпуса и критерии отбора

➤ Источником данных служат нормативно-правовые акты Республики Таджикистан, доступные в форматах файлов и HTML. Формирование корпуса отвечает следующим критериям:

- достоверная редакция нормативного акта на момент включения в корпус;
- чёткая иерархической структуры кодекс→глава→статья→часть→пункт;
- однозначная структура классификации и сегментации документов;
- кластеризация по отраслям права на базе характерной устойчивой терминологии.

Единицей хранения корпуса выступает фрагмент уровня статьи или её части, снабжённый структурными метаданными. Количественные характеристики корпуса такие как, общий объём, число документов и распределение по отраслям права определяются на этапе полномасштабной апробации метода и составляют предмет отдельного исследования.

Методика экспериментальной оценки

Для проверки работоспособности предложенного метода разработана методика экспериментальной оценки на ограниченной выборке из 5-7 отрывков нормативно-правовых документов Республики Таджикистан. Методика предусматривает следующие действия: из одного из кодексов отбираются 5-7 статей («модда»), которые проходят полный цикл подготовки корпуса по шагам 1-5; для каждой статьи формулируется содержательный вопрос на таджикском языке, ответ на который однозначно определяется выбранной статьёй; запросы последовательно обрабатываются по шагам 6-10. Результат каждого запроса оценивается по трём показателям: релевантность извлечённого фрагмента, соответствует ли найденная статья ожидаемой, корректность ссылки на норму верно ли указаны номера («модда»/«қисм»/«банд») и содержательная полнота ответа. Указанная методика обеспечивает воспроизводимость оценки и закладывает основу для последующей апробации метода на полном корпусе нормативно-правовых актов, которая планируется в качестве самостоятельного этапа исследования. Таким образом, комбинированный подход обеспечивает одновременно достоверность, проверяемость и масштабируемость, что отвечает специфике правовой сферы и языковым условиям Республики Таджикистан.

Заключение

В настоящей работе выполнен систематический обзор и классификация методов и моделей интеллектуального анализа юридических текстов, а также проведена оценка их применимости к таджикскому языку. Выделены четыре основных класса методов: формально-логические и основанные на прецедентах подходы; корпусная лингвистика и интеллектуальный анализ текста; статистические и нейросетевые методы представления текста; большие языковые модели с дополненной поиском генерацией. Рассмотрение этих классов в их историческом развитии показывает закономерный переход от ручной формализации правовых знаний к подходам, основанным на данных, и далее – к гибридным архитектурам, сочетающим информационный поиск с генерацией.

На основании проведённого анализа обосновано, что наиболее целесообразным для построения интеллектуальной правовой системы на таджикском языке является комбинированный подход, сочетающий построение структурированного нормативно-правового корпуса, семантический поиск на основе многоязычных векторных представлений и ограниченную генерацию ответов с обязательной привязкой к нормативным источникам. Такое сочетание обеспечивает достоверность, проверяемость и масштабируемость формируемых результатов, что соответствует повышенным требованиям правовой сферы и языковым условиям Республики Таджикистан.

Рецензент: Мақсудов Х.Ҷ. – қ.ф.-м.н., доцент қабфедры цифровой экономики ТҶИПТТУ имени академика М.С. Осими в г. Худжанд.

Литература

1. Bench-Capon T., Dunne P.E. Argumentation in artificial intelligence // Artificial Intelligence. 2007. Vol. 171. N 10–15. P. 619–641. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2007.05.001>.

2. Karpukhin V., Oguz B., Min S., Lewis P., Wu L., Edunov S., Chen D., Yih W. Dense passage retrieval for open-domain question answering // Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). 2020. P. 6769–6781.
3. Lewis P., Perez E., Piktus A., Petroni F., Karpukhin V., Goyal N., Kuttler H., Lewis M., Yih W., Rocktaschel T., Riedel S., Kiela D. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks // Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. P. 9459–9474.
4. Lai J., Gan W., Wu J., Qi Z., Yu P.S. Large language models in law: A survey // AI Open. 2024. Vol. 5. P. 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2024.09.002>.
5. Ariai F., Mackenzie J., Demartini G. Natural language processing for the legal domain: A survey of tasks, datasets, models, and challenges // ACM Computing Surveys. 2025. Vol. 58. N 6. Article 163. <https://doi.org/10.1145/3777009>.
6. Louis A., van Dijk G., Spanakis G. Interpretable long-form legal question answering with retrieval-augmented large language models // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2024. Vol. 38. N 20. P. 22266–22275. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i20.30232>.
7. Vogel F., Hamann H., Gauer I. Computer-assisted legal linguistics: Corpus analysis as a new tool for legal studies // Law and Social Inquiry. 2018. Vol. 43. N 4. P. 1340–1363. <https://doi.org/10.1111/lsi.12305>.
8. Lange C., Latif M.A., Celik Y., Lyklema A.M., van Kuppevelt D.E., van der Zwaan J. Text mining Islamic law // Islamic Law and Society. 2021. Vol. 28. N 3. P. 234–268. <https://doi.org/10.1163/15685195-bja10009>.
9. Krasadakis P., Sakkopoulos E., Verykios V.S. A survey on challenges and advances in natural language processing with a focus on legal informatics and low-resource languages // Electronics. 2024. Vol. 13. N 3. Article 648. <https://doi.org/10.3390/electronics13030648>.
10. Худойбердиев, Х. А. Об алгоритме проверки орфографии на примере таджикского языка / Х. А. Худойбердиев // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 3(55). – С. 58-63. – EDN XDGRMT.
11. Худойбердиев Х.А., Назаров А.А. Корпусы параллелии забони тоҷикӣ-русӣ: коркард ва тавсифи он // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2019. N 1(10). С. 7–12.
12. Усманов З.Д., Худойбердиев Х.А. Алгоритм безударного озвучивания таджикского текста // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2007. Т. 50. N 4. С. 316–319.

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

TJ	RU	EN
Худойбердиев Хуршед Атохонович	Худойбердиев Хуршед Атохонович	Khudoyberdiev Khurshed Atokhonovich
Доктори илмҳои техники, дотсенти кафедраи «БвaНИ»	Доктор технических наук, доцент кафедры «ПиИС»	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "PandIS"
Донишқадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Политехнический институт ТТУ имени академика М.С. Осими в городе Худжанде	Khujand Polytechnic Institute of TTU named after academician M.S. Osimi
E-mail: tajlingvo@gmail.com		
TJ	RU	EN
Сафаров Ганиҷон Ҳабибуллоев	Сафаров Ганиджон Хабибуллоев	Safarov Ghanijon Habibullovovich
Унвонҷӯи дараҷаи доктори фалсафа (PhD), кафедраи «БвaНИ»	Соискатель учёной степени доктора философии (PhD), кафедра «ПиИС»	PhD applicant, Department of "PandIS"
Донишқадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Политехнический институт ТТУ имени академика М.С. Осими в городе Худжанде	Khujand Polytechnic Institute of TTU named after academician M.S. Osimi
E-mail: safarov.ghanijon@gmail.com		

МЕТОДОЛОГИЯИ ТАҲИЯИ БАРНОМАИ АВТОМАТИИ МУАЙЯНКУНИИ КАЛИМАҲОИ САЪШАВАНДА О.С. Сафарзода

Донишкадаи технологияҳои рақамӣ ва зехни сунъии
Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон

Дар натиҷаи пешрафт ва тарақиёти илму техника соҳаҳои муҳталифи фаъолияти ҷомеа ба қомебиҳои назаррас ноил гардиданд. Назарияҳои қаблан дар зехн ё қоғаз сабтбудаи муҳақиқони соҳа, имрӯз тамомашон амалӣ гаштанд. Вобаста ба талабот ва бартараф намудани мушкilotи дар пеш истода усул ва технологияҳои нави коркарди иттилоот эҷод гардид. Аввалан коркарди иттилоот дар забони мошинӣ анҷом дода мешуд. Баъдан, мутахассисон забони барномасозии Ассемлерро бунёд карданд. Барои коди барномаро фаҳмидани протсессор унсурҳои дигар ба монанди компелятор ва интерпретатор эҷод корда шуд. Яке аз ин технологияҳо ин бунёди забонҳои барномасозии сатҳи баланд мебошад. Дар ибтидо зимни таҳияи барномаҳо мутахассисон бо мушкilotи гуногун рӯ ба рӯ мегаштанд. Бо мурури замон забонҳои сатҳи баланди барномасозӣ мавриди истифода қарор дода шуданд, ки барои муҳақиқон имкониятҳои гуногунро пешниҳод менамуданд. Бояд ёдовар шавем, ки мо дар замони марҳилаи нави тарақиёти технологияҳои иттилоотӣ қарор дорем. Ин марҳилаи тарақиёт бо истифодаи унсурҳои ғирасони зехни сунъӣ мавриди истифода қарор дорад.

Калидвожаҳо: коркарди иттилоот, технологияҳо, забони барномасозӣ, равзана, манбаи додашуда, объект, гуногунизифа, алгоритм, ҳиссаи нутқ.

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ САДЖЪА О.С. Сафарзода

В результате прогресса и развития науки и техники различные сферы общества достигли значительных успехов. Теории, ранее зафиксированные в умах или на бумаге исследователями в данной области, сегодня почти полностью реализованы. В зависимости от требований и устранения возникающих проблем создавались новые методы и технологии обработки информации. Изначально обработка информации осуществлялась на машинном языке. Позже специалисты создали язык программирования как Ассемблер. Для того чтобы процессор понимал программный код, были созданы другие вспомогательные программы, такие как компилятор и интерпретатор. Одной из таких технологий является создание языков программирования высокого уровня. Изначально специалисты сталкивались с различными проблемами при разработке программ. Со временем стали использоваться языки программирования высокого уровня, которые открыли перед исследователями разнообразные возможности. Следует отметить, что мы находимся на новом этапе развития информационных технологий. Этот этап развития реализуется с использованием вспомогательных элементов искусственного интеллекта.

Ключевые слова: обработка информации, технологии, язык программирования, окно, источник данных, объект, многозадачность, алгоритм, часть речи.

METHODOLOGY FOR DEVELOPING A PROGRAM FOR DETERMINING SADJ O.S. Safarzoda

As a result of the progress and development of science and technology, various areas of society have achieved significant advances. Theories previously enshrined in the minds or on paper by researchers in this field are now almost fully realized. New methods and technologies for information processing were developed based on requirements and the resolution of emerging problems. Initially, information processing was carried out in machine language. Later, specialists developed a programming language such as assembler. To enable the processor to understand program code, other auxiliary programs were created, such as compilers and interpreters. One such technology is the creation of high-level programming languages. Initially, specialists encountered various problems when developing programs. Over time, high-level programming languages came into use, opening up a variety of opportunities for researchers. It should be noted that we are at a new stage in the development of information technology. This stage of development is realized using auxiliary elements of artificial intelligence.

Keywords: information processing, technology, programming language, window, data source, object, multitasking, algorithm, part of speech.

Муқаддима

Саъъ ҳамчун як навъ санъати калом аз асрҳои XI сар карда таваҷҷуҳи адибону таърихнигорон, луғатнигорон ва адабиётшиносонро ба худ ҷалб намудааст. Доир ба шарҳу тафсири саъъ андешаҳои муҳақиқон муҳталиф аст.

Адабиётшиноси тоҷик Р. Мусулмонкулов дар диссертатсияи «Саъъ ва унсурҳои он дар «Одина», «Дохунда» ва «Ғуломон» [1962] ва китоби «Саъъ ва сайри таърихи он дар насри тоҷик» [1970] таҳқиқоти мукамалеро анҷом додааст. Муҳақиқ дар диссертатсияи хеш, ки ба қорбурди санъати саъъ дар асарҳои насри устод Айни баҳшида шудааст, бар ақидаи муҳақиқоне, ки санъати саъъро ҳоси адабиёти араб меҳисобанд, изҳори андеша намуда, бо М. Баҳор, ки моли адабиёти форсу тоҷик меҳисобид, ҳамроҳида аст. Аксари муҳақиқони ин санъати сухан Абдулло Ансориро аввалин саъъгӯи адабиёти форсу тоҷик меҳисобанд [Баҳор, 2012; Брагинский, 1950; Ризозода Шафақ, 1321].

Давраи нумӯш ва ба қомолрасии насри мусавҷъро ба замони Саъдӣ мансуб медонанд. Доктор Ризозода таъкид намуда, ки беҳтарин асари насри бо саъъ офарида

ин «Гулистон» ба ҳисоб меравад [Ризозода, 1321: 114]. Ба назари мо, хулосаи доктор Ризозода дуруст аст, зеро «Гулистон» бо як услуби ба худ хос, санъати саҷъ офарида шудааст. Р. Мусулмонкулов таъкид намудааст, ки истифодаи санъати саҷъ дар «Гулистон», асосан, боиси ифодаи барҷастаи мазмун ва марғубии шакл / сухан / гардидааст [Мусулмонкулов, 1962: 22].

Дар мавриди саҷъ Р. Мусулмонкулов маълумоти муаллифи «Ғиёс-ул-луғот»-ро мукамалтар ҳисобида, таъкид намудааст, ки муҳаққиқони баъдина аксар ба он така намудаанд. Калимаи саҷъ ду маънӣ доштааст: маънои луғавӣ ва маънои истилоҳӣ:

1. Маънои луғавии «саҷъ» овози парандаи хушовозе ба мисли кумрист, ки ҳар лаҳзаи он овоз ба лаҳзаи дигаре монанд аст, гӯё як лаҳн такрор меёбад.

2. Маънои луғавии «саҷъ» баробарӣ, монандӣ ва ҳамоҳангии калимаҳои охири ду ва ё зиёда фикра (ибора) мебошад [Мусулмонкулов, 1962: 32].

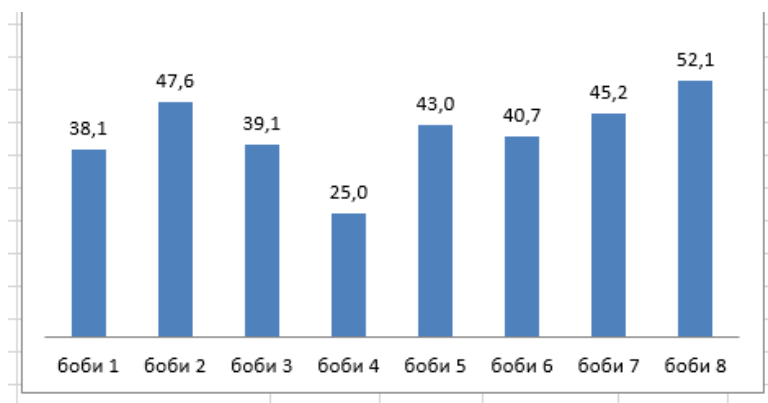
Дар бобати навъҳои саҷъ адибон, тазкиранависон, адабиётшиносон изҳори андеша намуда, онро ба се навъ ҷудо намудаанд: мутавозӣ, мутарраф, мутавозин [Ғиёс-ул-луғот, 1989; Зеҳнӣ, 2007].

Саҷъ дар насри бадеӣ барои муассир, барҷаста, образнок, равшану дақиқ ифода намудани мазмун хизмат мекунад. Саъдии Шерозӣ барои офаридани асари насрии хеш аз ин санъати сухан бамаврид, нуктасанҷона истифода намуда, ба сухан қабои зебо пӯшондааст.

Олими машҳури тоҷик Т. Зеҳнӣ доир ба истифодаи саҷъ дар «Гулистон» менависад: саҷъ дар «Гулистон»-и Саъдии Шерозӣ намудҳои гуногун дорад. Чанд намуди онро нишон медиҳем:

Охири ибора ва ҷумла бо феъл тамом мешавад: мушк он аст, ки **бибӯяд**, на он ки аттор **бигӯяд** [Гулистон, 2016: 148].

Қолаби ин навъи саҷъ аз нигоҳи таносуб дар расми 1 оварда шудааст.



Расми 1 -Диаграммаи нуфузи саҷъи мутавозӣ дар бобҳои «Гулистон»

Аз расми 1 бар меояд, ки тақсими нуфузи саҷъи мутавозӣ дар бобҳои «Гулистон»-и Саъдии Шерозӣ баробар тақсим нашуда, дар байни 38,1% ва 52,1% қарор гирифтааст. Аз ин байн танҳо бар боби 4 ин нуфуз камтар (25%) омадааст.

Бояд зикр намуд, ки ин навъи саҷъ дар «Гулистон» серистеъмол аст. Нависанда ҳангоми тасвири ҳодисаву воқеаҳо, симои қаҳрамонҳо, тасвири ҳолати руҳӣ ва ботинии персонажҳо калимаю ибораҳои саҷъдорро истифода намуда, матлабро шево ва таъсирбахш баён намудааст.

Аҳамияти амалӣ

Аҳамияти амалии таҳқиқот дар таҳияи барномаи автомати муайянкунии калимаҳои саҷъшаванда дар матнҳои забони тоҷикӣ зоҳир мегардад. Барномаи пешниҳодшуда метавонад барои таҳлили осори адабӣ, омӯзиши воситаҳои бадеии забон ва гузаронидани таҳқиқоти филологӣ истифода шавад.

Натиҷаҳои бадастомада имконият медиҳанд, ки ҷустуҷӯ ва муайянкунии калимаҳои саҷъшаванда дар ҳаҷми зиёди матнҳо ба таври худкор анҷом дода шуда, вақт ва заҳмати муҳаққиқон кам гардад. Инчунин, барнома метавонад ҳамчун воситаи ёрирасон дар муассисаҳои таҳсилоти олӣ ҳангоми омӯзиши фанҳои забоншиносӣ, адабиётшиносӣ ва технологияҳои иттилоотӣ истифода шавад.

Дар оянда натиҷаҳои таҳқиқот метавонанд ҳамчун замина барои рушди низомҳои коркарди забони табиӣи тоҷикӣ ва татбиқи усулҳои зеҳни сунъӣ дар таҳлили матнҳои тоҷикӣ хизмат намоянд.

Замимаи таҳлили морфологӣ дар забони барномасозии C# сохта шуда, аз якҷанд равшанаҳои гуногунвазифа иборат аст.[3] Ҳар як равшана вобаста ба вазифаи худ амалҳои мувофиқро дар асоси алгоритми пешакӣ муайянкардашуда анҷом медиҳад. Равшанаи «Ёфтани насри мусаллаҳ» тибқи алгоритми зерин кор мекунад:

1. Муқаррар кардани мувофиқати (баробарии) пасвандҳои дарозии муайян дар калимаҳои саҷшуда;

2. Нишон додани номгӯи калимаҳои саҷшуда дар ҷумла;

3. Баррасии ҷумлаи пурра дар алоҳидагӣ.

Ҳар як банди алгоритми кори барнома муфассал дида мебароем:

❖ Марҳилаи аввал:

✓ Қадами омода намудани мавод барои таҳқиқ (матн, ҷумла, ҳикоя ва дигар намуди маълумот);

✓ Тоza кардани маводи таҳқиқшаванда аз аломатҳои китобатӣ (нуқта, вергул, нидо ва ғ.);

✓ Ҷудо кардани маводи таҳқиқшаванда ба калимаҳо.

❖ Баъдан муайян кардани охири калимаҳои маводи таҳқиқшаванда:

✓ Барои ҳар як калима охири он (n ҳарфи охир) гирифта мешавад;

✓ Пасвандҳо дар ҷадвали манбаи додашуда сабт карда мешаванд.

❖ Муқоисаи пасвандҳои дарёфтшуда аз маводи мавриди таҳқиқ қароргирифташуда:

✓ Калимаҳои интихобшуда муқоиса карда мешаванд;

✓ Агар пасвандҳо баробар бошанд → калимаҳо саҷшдоранд;

✓ Ҷуфтҳои мувофиқ ба рӯйхати махсус (саҷшудаҳо) дохил карда мешаванд.

❖ Муайян кардани калимаҳои саҷшуда

✓ Калимаҳои ҷуфтро муқоиса кардан;

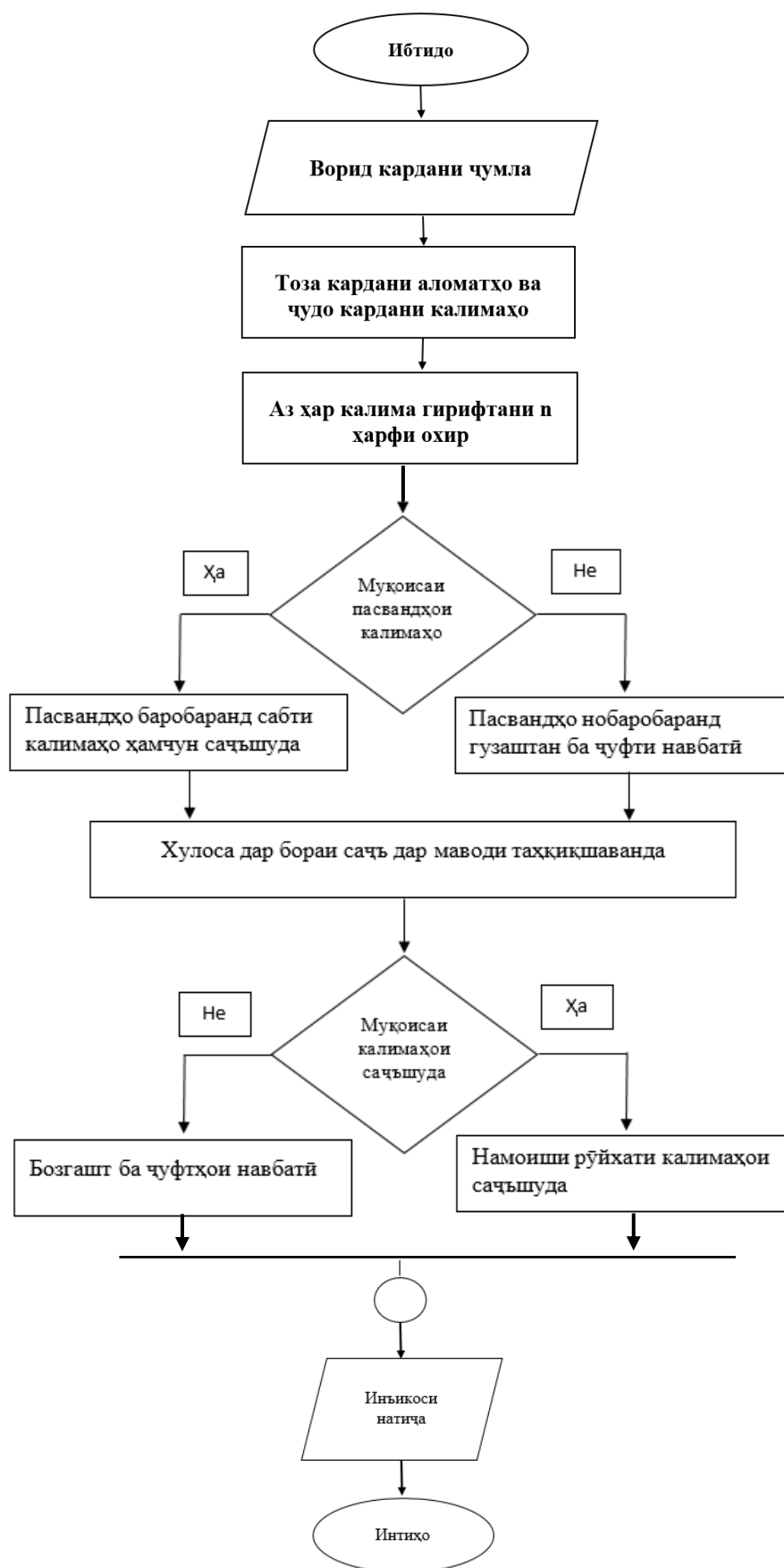
✓ Инъикоси калимаҳои саҷшуда.

Алгоритм ва блок-схемаи раванди коркарди маводи таҳқиқшаванда дар расми 1. ба шакли айёни оварда шудааст.

Барои боз ҳам фаҳмо гардидани раванди кори барнома қадамҳо ва марҳилаҳои иҷрои амалҳо дар ҷадвали 1 пай дар пай шарҳ медиҳем.

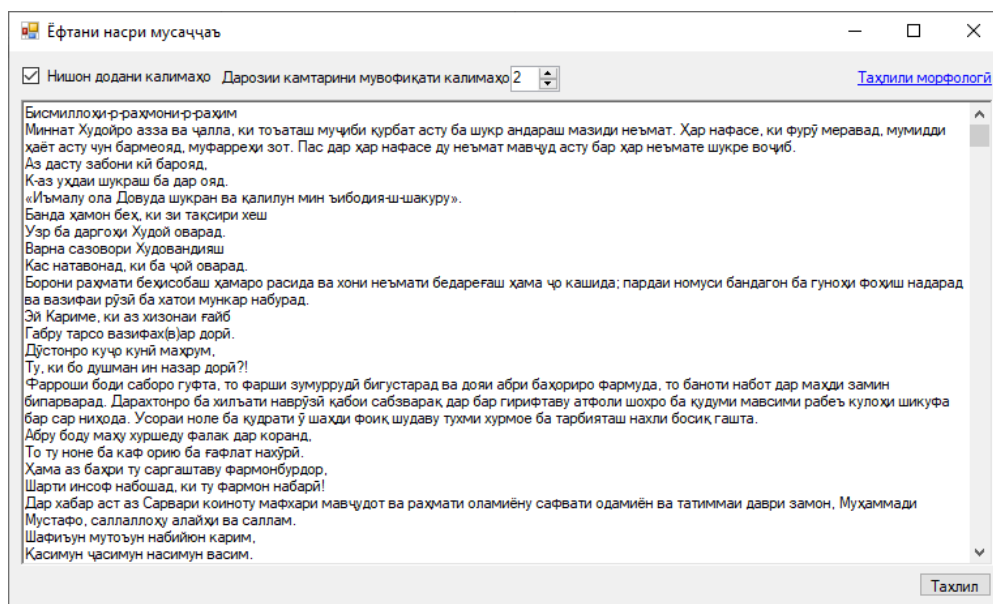
Ҷадвали 1 - Қадамҳо ва марҳилаҳои иҷрои амалҳо барнома

Марҳилаҳои иҷрои амалҳо дар барнома	Раванди иҷроии амалҳо	Натиҷаи иҷроии амалҳо
Марҳилаи якум	Омода кардани маводи таҳқиқшаванда	Номгӯи калимаҳо дар пойгоҳи додашуда
Марҳилаи дуюм	Ҷудо намудани пасвандҳо аз калимаҳо	Инъикоси пасвандҳо дар пойгоҳи додашуда
Марҳилаи сеюм	Муқоиса намудани маводи ба даст омада	Дар ҷадвали пойгоҳи додашудаҳо калимаҳои мутобиқшударо сабт кардан
Марҳилаи чорум	Омода наудани калимаҳои саҷшуда	Сабт ва инъикоси калимаҳои саҷшуда дар пойгоҳи додашуда
Марҳилаи панҷум	Дар асоси маводи ба даст омада ҷумлаҳои матнро таҳлил намудан	Инъикоси калимаҳои саҷшуда аз пойгоҳи додашуда
Марҳилаи шашум	Нишон додани натиҷа	Омодасозии натиҷа ва инъикоси он



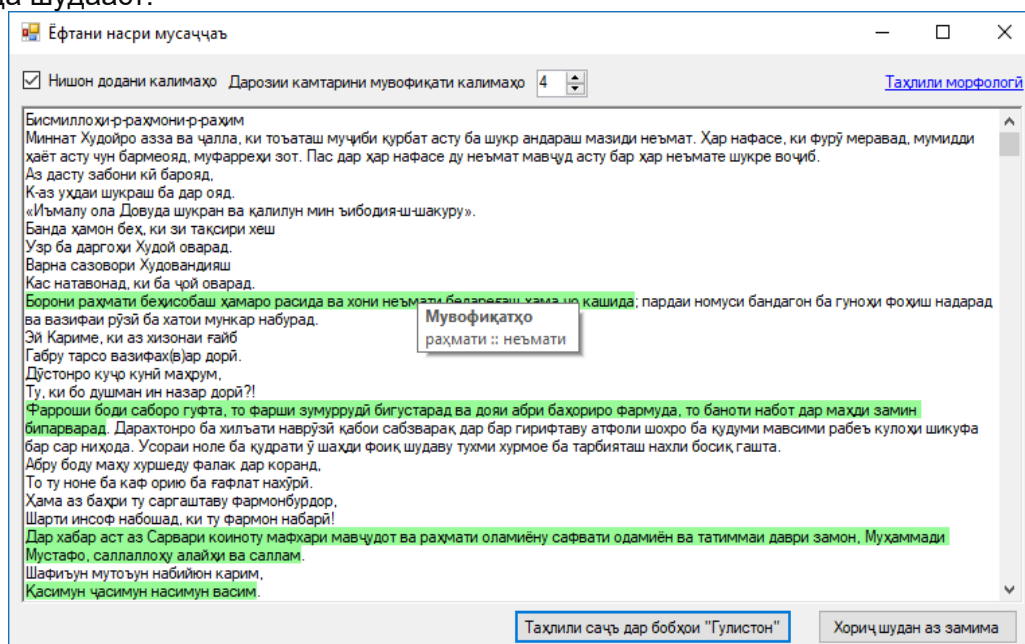
Расми 1- Блок-схемаи барномаи “Ёфтани насри мусаччаъ”

Забони барномасозии Си шарп С# яке аз забонҳои бонуфуз дар бозори бунёди замимаҳо ба ҳисоб меравад. [2]. Дар асоси алгоритм ва блок-схема барномаи муайянкунии саҷъ дар забони барномасозии Си шарп таҳия мекунем. Аввалан равшанӣ барномаи мазкурро вобаста ба талабот мувофиқа мекунем. Равшанӣ мазкур баъд аз тарҳбандӣ ва мувофиқа кардан чунин намудро соҳиб мегардад (рас. 2.).



Расми 2 - Лавҳаи «Ёфтани насри мусаччаъ»

Лавҳаи «Ёфтани насри мусаччаъ» (рас. 3.) вазифаи коркарди матнро ба зима дорад. Вазифаи ҳар як унсури лавҳаи коркарди иттилоотро муфассалан дида мебароем. Агар байрақчаи «Нишон додани калимаҳо»-ро фаъол кунем, дар натиҷа калимаҳои ҳар як ҷумлаи нишон дода мешаванд. Аммо агар байрақчаи мазкурро фаъол накунем, калимаҳои саҷъшуда нишон дода намешаванд. Ҷузъи навбатӣ ин «Дарозии камтарини мувофиқати калимаҳо» мебошад. Вазифаи он муқаррар кардани миқдори мувофиқати ҳарфҳои охири калимаҳо мебошад, ки қиматҳои аз 1 то 10-ро мегирад. Матни «Таҳлили морфологӣ» гузариш ба лавҳаи дигари барнома мебошад, ки онро баъдан дар алоҳидагӣ муфассал дида мебароем. Баъд аз паҳш кардани тугмаи «Таҳлили саҷъ дар бобҳои «Гулистон» замима дар асоси талаботи гузашташуда кори худро оғоз мекунад. Натиҷаи он дар расми 3 оварда шудааст.



Расми 3- Лавҳаи «Ёфтани насри мусаччаъ»

Хулоса

Албатта таҳқиқи маводҳои матнӣ дар барномасозӣ яке аз қиматҳои мураккабе мебошад, ки аз мутахассисони соҳа доништан ва доштани малакаҳои гуногуни техникӣ ва филологиро талаб менамояд. Чун самти мазкур дар баҳам омадини технологияҳои иттилоотӣ ва филология эҷод мегардад.

Муқаррир: Салиев О.Қ. – н.и.т., дотсент, мудири қабедраи барномасозӣ ва низомҳои зехнии Донишқадаи технологияҳои рақамӣ ва зехни сунъӣ.

Адабиёт

1. Саъдии Шерозӣ. Гулистон. Матни комил бар асоси тасҳеҳ ва таъби шодравон Муҳаммадали Фурӯғӣ (бо бозгардон ба кириллӣ, тавзеҳи мухтасари ҷумлаҳои абҷи арабиву бархе аз нуқот ва шарҳи луғат). Бо кӯшиши Обиди Шакурзода. Сарредаксияи илмӣ Энсиклопедияи Миллии Тоҷик. – Душанбе. 2016. – 219 с.
2. Агуров, Павел С#. Сборник рецептов / Павел Агуров. - М.: "БХВ-Петербург", 2012. - 432 с.
3. Албахари, Джозеф С# 3.0. Справочник / Джозеф Албахари, Бен Албахари. - М.: БХВ-Петербург, 2012. - 944 с.
4. Албахари, Джозеф С# 3.0. Справочник / Джозеф Албахари, Бен Албахари. - М.: БХВ-Петербург, 2013. - 944 с.
5. Альфред, В. Ахо Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий / Альфред В. Ахо и др. - М.: Вильямс, 2015. - 266 с.
5. Бишоп, Дж. С# в кратком изложении / Дж. Бишоп, Н. Хорспул. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 472 с.
6. Вагнер, Билл С# Эффективное программирование / Билл Вагнер. - М.: ЛОРИ, 2013. - 320 с.
7. Зиборов, В.В. Visual C# 2012 на примерах / В.В. Зиборов. - М.: БХВ-Петербург, 2013. - 480 с.
8. Зиборов, Виктор Visual C# 2010 на примерах / Виктор Зиборов. - М.: "БХВ-Петербург", 2011. - 432 с.
9. Ишкова, Э. А. Самоучитель С#. Начала программирования / Э.А. Ишкова. - М.: Наука и техника, 2013. - 496 с.
10. Касаткин, А. И. Профессиональное программирование на языке си. Управление ресурсами / А.И. Касаткин. - М.: Высшая школа, 2012. - 432 с.
11. Қосимов, А. А. Муқоисаи асарҳои номгуварӣ дар асоси симони рақамии униграммӣ рамаӣ ва ҳиҷо / А. А. Қосимов, Ҳ. А. Астанакулов, Ш. А. Бозоров // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, инвестиция. – 2024. – №. 4(68). – Р. 45-49. – EDN KYNDQR.

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

TJ	RU	EN
Сафарзода Обид Сафар	Сафарзода Обид Сафар	Safarzoda Obid Safar
номзади илмҳои филологӣ, и.в. дотсент	кандидат филологических наук, и.о. доцент	Candidate of Philological Sciences, Acting Associate Professor
Донишқадаи технологияҳои рақамӣ ва зехни сунъӣ Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон	Институт цифровых технологий и искусственного интеллекта Международного университета туризма и предпринимательства Таджикистана	Institute of Digital Technologies and Artificial Intelligence of the International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan
E-mail: nobid84@mail.ru		
ORCID: 0009-0006-2494-2897		

ТАҲҚИҚИ МУАЙЯНКУНИИ ЗАБОНИ КОДИ БАРНОМАВӢ ДАР АСОСИ ҲАРФҲОИ ЛОТИНӢ

А.А. Қосимов¹, Ш.М. Асадуллозода², М.У. Шарифов³

¹Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

²Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

³Институти математикаи ба номи академик А.Ҷӯраеви АМИТ

Мақолаи мазкур ба тадқиқи масъалаи муайянкунии автоматии забони коди барномавӣ дар асоси таҳлили омории ҳарфҳои лотинӣ ва тадбири усулҳои зехни сунӣ бахшида шудааст. Бо дарназардошти афзоиши босуръати ҳаҷми коди ибтидоӣ, зарурати таҳияи усулҳои зехни таснифоти матнҳои барномавӣ дар соҳаҳои амнияти иттилоотӣ ва криминалистикаи рақамӣ мубрамияти хос пайдо кардааст. Дар раванди тадқиқот усулҳои таҳлили омории матн, метрикаҳои эҳтимолиятӣ (TF-IDF, биграммаҳо) ва алгоритмҳои муосири омӯзиши мошинӣ, аз ҷумла шабакаҳои нейронӣ ва меъморҳои трансформаторӣ истифода шудаанд. Коди барномавӣ ҳамчун объекти бисёрченака бо маҷмӯи хусусиятҳои беназири омӯрӣ баррасӣ гардидааст. Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки тақсими рамзҳои лотинӣ, калимаҳои калидӣ ва сохторҳои синтаксисӣ барои ҳар як забони барномасозӣ беназир буда, ҳамчун «изи омӯрӣ»-и забон хизмат мекунад. Дар асоси таҳлили муқоисавӣ муайян карда шуд, ки моделҳои гибридӣ, ки таҳлили омӯро бо шабакаҳои нейронӣ муттаҳид месозанд, сатҳи баландтарини дақиқиро (то 98.1%) таъмин менамоянд. Аҳамияти амалии тадқиқот дар он ифода меёбад, ки натиҷаҳои бадастомадаро метавон дар системаҳои муайянсозии таъминоти барномавии зараровар, ошкорсозии плагиат, компиляторҳои зехнӣ ва платформаҳои таҳлили додаҳои калон бомуваффақият тадбир намуд.

Калидвожаҳо: зехни сунӣ, омӯзиши мошинӣ, коди барномавӣ, шинохти намунаҳо, таҳлили омӯрӣ, шабакаҳои нейронӣ, забон, таснифоти додаҳо, криминалистикаи рақамӣ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММНОГО КОДА НА ОСНОВЕ ЛАТИНСКИХ БУКВ

А.А. Қосимов, Ш.М. Асадуллозода, М.У. Шарифов

Данная статья посвящена исследованию задачи автоматического определения языка программного кода на основе статистического анализа латинских символов и применения методов искусственного интеллекта. С учетом стремительного роста объемов исходного кода, необходимость разработки интеллектуальных методов классификации программных текстов в сфере информационной безопасности и цифровой криминалистики приобрела особую актуальность. В процессе исследования использовались методы статистического анализа текста, вероятностные метрики (TF-IDF, биграмы) и современные алгоритмы машинного обучения, включая нейронные сети и трансформерные архитектуры. Программный код рассматривался как многомерный объект с набором уникальных статистических признаков. Полученные результаты показывают, что распределение латинских символов, ключевых слов и синтаксических конструкций является уникальным для каждого языка программирования, выступая в качестве «статистического отпечатка» языка. На основе сравнительного анализа установлено, что гибридные модели, объединяющие статистический анализ с нейронными сетями, обеспечивают наиболее высокий уровень точности (до 98,1%). Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть успешно применены в системах обнаружения вредоносного программного обеспечения, выявления плагиата, интеллектуальных компиляторах и платформах анализа больших данных.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, программный код, распознавание образов, статистический анализ, нейронные сети, язык, классификация данных, цифровая криминастика.

RESEARCH ON PROGRAMMING LANGUAGE IDENTIFICATION BASED ON LATIN LETTERS

А.А. Kosimov, Sh.M. Asadullozoda, M.U. Sharifov

This article investigates the problem of automatic programming language identification based on the statistical analysis of Latin characters and the application of artificial intelligence methods. Given the rapid growth in the volume of source code, the need to develop intelligent methods for classifying programming texts in the fields of information security and digital forensics has become particularly relevant. The study employs methods of statistical text analysis, probabilistic metrics (TF-IDF, bigrams), and modern machine learning algorithms, including neural networks and transformer architectures. The source code is considered as a multidimensional object with a set of unique statistical features. The findings reveal that the distribution of Latin characters, keywords, and syntactic structures is unique to each programming language, acting as a "statistical fingerprint" of the language. Based on a comparative analysis, it was determined that hybrid models combining statistical analysis with neural networks provide the highest level of accuracy (up to 98.1%). The practical significance of the research lies in the fact that the obtained results can be successfully applied in malware detection systems, plagiarism detection tools, intelligent compilers, and big data analysis platforms.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, source code, pattern recognition, statistical analysis, neural networks, language, data classification, digital forensics.

Рушди муосири технологияҳои иттилоотӣ бо афзоиши босуръати ҳаҷми коди барномавӣ, ки дар системаҳои автоматикунонӣ, платформаҳои абрӣ ва инфрасохторҳои ҳисоббарории тақсимшуда таҳия мешаванд, дар бар мегирад. Афзоиши миқдори ҳалли барномавӣ, ки бо забонҳои гуногуни барномасозӣ навишта шудаанд, зарурати таҳияи усулҳои зехни муайянкунии автоматии забони коди барномавиро ба миён овард.

Масъалаи мазкур дар соҳаи таҳлили коди ибтидоӣ, амнияти иттилоотӣ, криминалистикаи рақамӣ, системаҳои санҷиши автоматиконидашуда, компиляторҳои зеҳнӣ ва платформаҳои таҳлили додаҳои калон аҳамияти назаррас дорад, [1-15].

Айни замон масъалаи муайянкунии забони барномасозӣ ҳамчун яке аз навҳои масъалаи шинохти намунаҳои сохторҳои матнӣ баррасӣ мегардад, ки дар он объекти таҳлил коди барномавии дар шакли рамзӣ пешниҳодшуда баромад мекунад. Сарфи назар аз мавҷудияти хусусиятҳои синтаксисӣ ва семантикии забонҳои гуногуни барномасозӣ, аксарияти забонҳои муосир ба истифодаи алифбои лотинӣ, рамзҳои махсус ва маҷмӯи маҳдуди сохторҳои хидматӣ асос ёфтаанд. Ин ҳолат имкон медиҳад, ки усулҳои таҳлили омории матнҳо, назарияи эҳтимолият, омӯзиши мошинӣ ва зеҳни сунӣ барои таснифоти автоматии коди барномавӣ истифода шаванд.

Мубрамиати таҳқиқот бо якчанд омилҳо муайян карда мешавад. Якум, репозиторийҳои муосири коди ибтидоӣ миллиардҳо сатри барномаҳоро дар бар мегиранд, ки бо дахҳо забонҳои барномасозӣ навишта шудаанд. Дуюм, системаҳои таҳлили автоматиконидашудаи барномаҳо барои коркарди дурусти сохторҳои синтаксисӣ муайянкунии пешакии забони кодро талаб мекунад. Сеюм, рушди технологияҳои зеҳни сунӣ ва таҳлили додаҳо барои сохтани моделҳои баланддиққати идентификацияи автоматии забонҳои барномасозӣ дар асоси қонуниятҳои омории замина фароҳам меорад.

Бояд қайд намуд, ки муайянкунии забони барномасозӣ масъалаи мураккаби таснифот ба шумор меравад, зеро бисёр забонҳо унсурҳои синтаксисии монанд доранд. Масалан, забонҳои C, C++, Java ва C# қавсҳои фигуравӣ, оператори бахшидан, идентификаторҳо дар асоси ҳарфҳои лотинӣ ва калимаҳои калидии шабеҳро истифода мебаранд. Ба ҳамин монанд, Python, Ruby ва Lua хусусиятҳои матнии умумӣ доранд, ки бо истифодаи калимаҳо ва идентификаторҳои англисӣ алоқаманданд. Ҳамин тариқ, масъалаи муайянкунии забони коди барномавӣ татбиқи усулҳои таҳлили амиқи оморию талаб мекунад.

Алифбои лотинӣ асоси бунёдии аксарияти забонҳои барномасозӣ мебошад. Аз нигоҳи таърихӣ, рушди забонҳои барномасозӣ дар муҳити илмии англисзабон ба амал омадааст, ки дар натиҷа калимаҳои калидӣ, идентификаторҳо, фармонҳо ва китобхонаҳои стандартӣ дар асоси забони англисӣ ташаккул ёфтаанд. Қариб ҳамаи забонҳои барномасозии муосир рамзҳои лотиниро барои сабти операторҳо, функсияҳо, тағирёбандаҳо ва сохторҳои идоракунанда истифода мебаранд.

Масалан, дар забони Java сохторҳои зерин истифода мешаванд:

```
Java
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello World");
    }
}
```

Дар забони Python коди шабеҳ намуди зерин дорад:

```
Python
def main():
    print("Hello World")

if __name__ == "__main__":
    main()
```


Дар забони JavaScript:

JavaScript

```
function main() {
    console.log("Hello World");
}
main();
```

Сарфи назар аз фарқиятҳои синтаксисӣ, дар ҳамаи мисолҳои овардашуда истифодаи ғайри ҳарфҳои лотинӣ, калимаҳои англисӣ ва рамзҳои махсус мушоҳида мешавад. Аз ин бармеояд, ки таҳлили омории алифбои лотинӣ метавонад ҳамчун асос барои сохтани моделҳои шинохти намунаҳои забонҳои барномасозӣ истифода шавад.

Таҳқиқот нишон медиҳад, ки забонҳои гуногуни барномасозӣ бо тақсими беназири рамзҳо тавсиф мешаванд. Масалан, забони Python бо басомади баланди истифодаи рамзи дунукта «:» фарқ мекунад, дар ҳоле ки дар Java ва C++ қавсҳои фигуравӣ «{ }» ва нуқта вергул «;» бартарӣ доранд. Забони HTML миқдори зиёди қавсҳои кунҷиро «< >» дар бар мегирад ва SQL бо басомади баланди калимаҳои калидии SELECT, FROM, WHERE тавсиф меёбад.

Аз нуқтаи назари омории математикӣ, коди барномавӣ метавонад ҳамчун пайдарпайии рамзҳо пешниҳод карда шавад:

$$S = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$$

ки дар ин ҷо c_i рамзи алоҳидаи коди барномавиро ифода мекунад.

Басомади пайдоиши рамзи мушаххас бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$f(c) = \frac{n_c}{N}$$

ки дар ин ҷо:

n_c - миқдори пайдоиши рамз;

N - миқдори умумии рамзҳо дар матни барнома.

Дар асоси таҳлили гузаронидашуда муайян карда шуд, ки тақсими ҳарфҳои лотинӣ ва рамзҳои махсус барои идентификатсияи забони барномасозӣ иттилоотияти баланд дорад. Масалан, дар забони Python ҳарфҳои «d», «e», «f» бинобар мавҷудияти калимаи калидии «def» хеле бештар истифода мешаванд. Дар забони Java басомади баланди ҳарфҳои «p», «u», «b», «l», «i», «c» аз сабаби истифодаи васеи модификатори дастрасии public мушоҳида мегардад.

Ҷадвали 1 – Басомади истифодаи рамзҳои алоҳида дар забонҳои гуногуни барномасозӣ ва технологияи сомонасозӣ

Символ	Python	Java	C++	HTML
;	0.2%	4.8%	5.1%	0.1%
{	0.0%	2.3%	2.5%	0.0%
:	3.9%	0.4%	0.3%	0.1%
<	0.2%	0.5%	0.6%	8.7%
>	0.2%	0.5%	0.6%	8.6%

Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки ҳатто таҳлили оддии омории рамзҳо имкон медиҳад хусусиятҳои хоси забонҳои гуногуни барномасозӣ ҷудо карда шаванд.

Аммо барои баланд бардоштани дақиқии таснифот истифодаи моделҳои бисёрченакаи омори талаб карда мешавад.

Яке аз усулҳои паҳншудатарини таҳлили матн ин TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) мебошад. Усули мазкур имкон медиҳад аҳамияти рамзҳо, токенҳо ё калимаҳои калидӣ дар дохили коди барномавӣ муайян карда шавад.

Формулаи TF-IDF намуди зерин дорад:

$$TF-IDF(t, d) = TF(t, d) \cdot \log \frac{N}{DF(t)}$$

ки дар ин ҷо:

TF(t,d) - басомади термин;

DF(t) - миқдори ҳуҷҷатҳое, ки терминро дар бар мегиранд;

N - миқдори умумии ҳуҷҷатҳо.

Вобаста ба масъалаи муайянкунии забони барномасозӣ, ҳамчун терминҳои метавонанд калимаҳои калидӣ, рамзҳо, биграммаҳо, триграммаҳо ва сохторҳои синтаксисӣ баромад кунанд.

Таҳлили биграммаҳои ҳарфҳои латинӣ аҳамияти назаррас дорад. Масалан, пайдарпайҳои «in», «pr», «cl», «de», «fu» дар забонҳои гуногуни барномасозӣ бо эҳтимолияти гуногун дучор меоянд. Дар забони Python биграммаи «de» аксар вақт бо калимаи калидии def алоқаманд аст ва дар Java биграммаи «cl» барои сохтори class хос аст.

Барои ҳисоб кардани эҳтимолияти пайдоиши биграмма ифодаи зерин татбиқ мегардад:

$$P(x_i, x_{i+1}) = \frac{Count(x_i, x_{i+1})}{Count(x_i)}$$

Дар асоси таҳлили гузаронидашуда метавон тасдиқ намуд, ки моделҳои эҳтимолиятӣ имкон медиҳанд сохтори омории коди барномавӣ самаранок тавсиф карда шавад.

Истифодаи усулҳои омӯзиши машинӣ тавачҷӯҳи махсусро ҷалб менамояд. Дар масъалаи муайянкунии забони барномасозӣ алгоритмҳои зерин васеъ истифода мешаванд:

- Naive Bayes (Байеси сода);
- Support Vector Machine (Мошини векторҳои тақиявӣ);
- Random Forest (Ҷангали тасодуфӣ);
- k-Nearest Neighbors (k-Ҳамсояҳои наздиктарин);
- шабакаҳои нейронӣ;
- шабакаҳои нейронии рекуррентӣ;
- меъморҳои трансформаторӣ (Transformer).

Моделҳои эҳтимолиятӣ нисбатан сода ин таснифгари содаи байесӣ мебошад. Эҳтимолияти мансубияти коди барномавӣ ба забони L_i бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$P(L_i | X) = \frac{P(X | L_i)P(L_i)}{P(X)}$$

ки дар ин ҷо:

X - фрагменти таҳлилшавандаи код;

P(L_i) - эҳтимолияти априории забон;

P(X| L_i) - эҳтимолияти пайдоиши фрагмент дар забони L_i .

Афзалияти усули мазкур суръати баланди таснифот ва мураккабии пасти ҳисоббарорӣ мебошад. Аммо фарзия оид ба мустақилияти аломатҳо ҳангоми таҳлили сохторҳои мураккаби синтаксисӣ дақиқиро коҳиш медиҳад.

Барои баҳодиҳии монандии байни матнҳои барномавӣ cosine similarity (монандии косинусӣ) истифода мешавад:

$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|}$$

ки дар ин ҷо:

A ва B - векторҳои хусусиятҳои коди барномавӣ мебошанд.

Метрикаи мазкур ҳангоми муқоисаи профилҳои омории забонҳои барномасозӣ васеъ истифода мегардад. Чӣ қадаре ки арзиши cosine similarity ба воҳид наздик бошад, ҳамон қадар эҳтимолияти мансубият ба як забон баландтар аст.

Марҳилаи муҳими таҳқиқот ин ташаккули фазои аломатҳо мебошад. Ҳамчун аломатҳо метавонанд истифода шаванд:

- басомадҳои ҳарфҳои лотинӣ;
- басомадҳои рамзҳои махсус;
- калимаҳои калидӣ;
- дарозии сатрҳо;
- тақсимои идентификаторҳо;
- биграммаҳо ва триграммаҳо;
- қолабҳои синтаксисӣ;
- параметрҳои омории код.

Ба таври расмӣ вектори аломатҳоро метавон ба тариқи зерин пешниҳод намуд:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

ки дар ин ҷо ҳар як компоненти x_i ба хусусияти муайяни омории матни барномавӣ мувофиқат мекунад.

Барои баҳодиҳии фарқиятҳои байни забонҳои барномасозӣ масофаи Евклид татбиқ мегардад:

$$d(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2}$$

Чӣ қадаре ки арзиши масофа хурд бошад, ҳамон қадар монандии сохтори кодҳои барномавӣ баландтар аст.

Таҳлили муқоисавӣ нишон медиҳад, ки забонҳои барномасозиро аз рӯи хусусиятҳои омории шартан ба якчанд гурӯҳ тақсим кардан мумкин аст:

Ҷадвали 2 – Хусусиятҳои сохтори забонҳои барномасозӣ ва технологияҳо

Номгӯӣ	Нишондиҳандаҳо
Python	Фосилаҳо аз канор, дунуктаҳо, набудани «;»
Java	Истифодаи зуд-зуди public, class, static
C++	Нишондиҳандаҳо, #include, қавсҳои фигуравӣ
JavaScript	function, console.log, =>
HTML	Тегҳо, қавсҳои кунҷӣ
SQL	SELECT, WHERE, JOIN

Аз ин бармеояд, ки профили омории забони барномасозӣ дорои беназирии баланд мебошад.

Таҳқиқотҳои муосир нишон медиҳанд, ки усулҳои омӯзиши амиқ дақиқии бамаротиб баландтари таснифотро таъмин мекунанд. Шабакаҳои нейронӣ қодиранд ба таври автоматӣ қонуниятҳои пинҳонии тақсимои рамзҳо ва сохторҳои синтаксисиро ошкор намоянд.

Шабакаҳои нейронии рекуррентӣ бо пайдарпайҳои рамзҳо самаранок кор мекунанд:

$$h_t = f(Wx_t + Uh_{t-1} + b)$$

ки дар ин ҷо:

h_t - ҳолати пинҳонӣ;

x_t - рамзи воридотӣ;

W, U - матритсаҳои вазнҳо.

Моделҳои трансформаторӣ имкон медиҳанд контексти тамоми матни барномавӣ дар як вақт ба назар гирифта шавад. Ин моделҳо махсусан ҳангоми таҳлили фрагментҳои калони код ва файлҳои барномавии омехта самаранок мебошанд.

Дар ҷараёни таҳқиқоти таҷрибавӣ фрагментҳои коди барномавӣ бо забонҳои Python, Java, C++, JavaScript, PHP ва C# таҳлил карда шуданд. Ҳаҷми интиҳоби таҷрибавӣ зиёда аз 50000 файли коди ибтидоиро ташкил дод. Таҳлил бо истифодаи усулҳои таснифоти омӯрӣ ва моделсозии шабакаҳои нейронӣ гузаронида шуд. Натиҷаҳои бадастомада дар ҷадвали 3 пешниҳод шудаанд.

Ҷадвали 3 – Дақиқии муайянкунии забони барномасозӣ

Метод	Саҳеҳнокӣ
Таҳлили басомадӣ	78.4%
TF-IDF + SVM	91.7%
Naive Bayes	88.3%
Random Forest	92.1%
Шабакаҳои нейронӣ	96.4%
Transformer	98.1%

Дар асоси таҳлили гузаронидашуда муайян карда шуд, ки истифодаи зеҳни сунӣ самаранокӣ муайянкунии забони барномасозиро ба таври назаррас баланд мебардорад. Махсусан меъморӣҳои трансформаторӣ, ки қодиранд вобастагӣҳои контекстии байни рамзҳо ва сохторҳоро ба назар гиранд, натиҷаҳои баланд нишон медиҳанд.

Бо вучуди ин, равиши баррасишаванда як қатор маҳдудиятҳо дорад. Якум, фрагментҳои кӯтоҳи код миқдори нокифояи иттилооти омӯро дар бар мегиранд. Дуюм, файлҳои омехта метавонанд унсурҳои якчанд забони барномасозиро дар як вақт дар бар гиранд. Масалан, саҳифаҳои веб аксар вақт HTML, CSS ва JavaScript-ро дар як ҳуҷҷат дар бар мегиранд. Сеюм, баъзе забонҳо дорои дараҷаи баланди монандии синтаксисӣ мебошанд.

Мураккабии иловагиро идентификаторҳои истифодабаранда ба миён меоранд. Масалан:

C++

`int abc = 10;`

ва

Java

`int value = 10;`

дорои сохтори омӯрии қариб якхела мебошанд. Бинобар ин, барои баланд бардоштани дақиқии таснифот таҳлили қонуниятҳои амиқтари синтаксисӣ талаб карда мешавад.

Масъалаи муайянкунии забони барномасозӣ дар соҳаи амнияти иттилоотӣ аҳамияти махсус пайдо мекунад. Системаҳои таҳлили автоматии таъминоти барномавии зараровар бояд забони барномасозии истифодашударо барои таҳлили минбаъдаи таҳдидҳо фавран муайян намоянд. Ба ҳамин монанд, системаҳои ошкорсозии плагиат усулҳои омори барои муайян кардани манбаи коди ибтидоӣ истифода мебаранд.

Таъбиқи амалии таҳқиқот инҳоро дар бар мегирад:

- муҳитҳои таҳияи зеҳнӣ (IDE);
- системаҳои компилятсияи автоматӣ;
- криминалистикаи рақамӣ;
- таҳлили репозиторийҳои GitHub;
- системаҳои ошкорсозии таъминоти барномавии зараровар;
- платформаҳои таҳлили додаҳои калон;
- системаҳои таълимии санҷиши коди барномавӣ.

Бояд қайд намуд, ки таҳлили омории ҳарфҳои лотинӣ на танҳо барои муайянкунии забони барномасозӣ, балки барои идентификатсияи муаллифи код низ метавонад истифода шавад. Ҳар як таҳиягар дорои услуби инфиродии барномасозӣ мебошад, ки дар интихоби идентификаторҳо, форматкунӣ ва сохторҳои синтаксисӣ зоҳир мегардад. Ҳамин тариқ, усулҳои атрибутсияи муаллифӣ бо масъалаи муайянкунии забони барномасозӣ зич алоқаманданд.

Дар доираи назарияи шинохти намунаҳо, коди барномавӣ ҳамчун объекти бисёрченака баррасӣ мегардад, ки дорои маҷмӯи хусусиятҳои омории мебошад. Раванди таснифот марҳилаҳои зеринро дар бар мегирад:

- коркарди пешакӣ;
- токенизатсия;
- истихроҷи хусусиятҳо (аломатҳо);
- сохтани векторҳо;
- омӯзиши модел;
- санҷиши таснифгар.

Коркарди пешакӣ коди барномавӣ тозакунии шарҳҳо, ба эътидол овардани фосилаҳо, ба формати ягона овардани матн ва ҷудокунии токенҳоро дар бар мегирад. Марҳилаи мазкур ба дақиқии таҳлили минбаъда таъсири назаррас мерасонад.

Барои баҳодихии сифати таснифот метрикаҳои зерин истифода мешаванд:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

ки дар ин ҷо:

TP - миқдори натиҷаҳои ҳақиқӣ-мусбат;

FP - натиҷаҳои бардурӯғ-мусбат;

FN - натиҷаҳои бардурӯғ-манфӣ.

Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки истифодаи усулҳои омехта дақиқии баландтарини таснифотро таъмин мекунад. Нисбатан самаранок моделҳои гибридӣ мебошанд, ки таҳлили омории, TF-IDF ва алгоритмҳои шабакаҳои нейрониро муттаҳид месозанд.

Таҳлили тақсимои ҳарфҳои лотинӣ мавҷудияти қонуниятҳои устувори омории нишон медиҳад. Масалан, ҳарфҳои «i», «n», «t» бинобар истифодаи намуди `int` аксар вақт дар забонҳои оилаи C-монанд дучор меоянд. Дар забони Python басомади ҳарфҳои «d», «e», «f» ва «g» ба таври назаррас меафзояд. Дар HTML пайдарпайҳои «ht», «ml», «di», ки бо сохтори теги ҳуҷҷат алоқаманданд, бартарӣ доранд.

Аз ин бармеояд, ки тақсимои рамзҳои лотинӣ метавонад ҳамчун як навъ изи оморӣ забони барномасозӣ баррасӣ карда шавад.

Хулоса

Дар асоси таҳқиқоти гузаронидашуда метавон хулоса баровард, ки самаранокии усулҳои таҳлили оморӣ ҳарфҳои лотинӣ барои муайянкунии забони коди барномавӣ хеле баланд аст. Истифодаи моделҳои математикӣ, усулҳои омӯзиши мошинӣ ва технологияҳои зехни сунъӣ имкон медиҳад, ки ҳатто ҳангоми таҳлили фрагментҳои нисбатан хурди код дақиқии баланди таснифот ба даст оварда шавад.

Бо дарназардошти гуфтаҳои боло, коди барномавӣ сохтори мураккаби омориро муаррифӣ мекунад, ки дорои миқдори зиёди қонуниятҳои барои таҳлили автоматиконидашуда коршоям мебошад. Алифҳои лотинӣ ҳамчун асоси аксарияти забонҳои барномасозӣ, тақсимои беназири рамзҳои ташаккул медиҳад, ки онҳоро ҳамчун аломатҳои таснифоти истифода бурдан мумкин аст.

Бинобар ин, татбиқи усулҳои зехни сунъӣ, таҳлили оморӣ ва назарияи шинохти намунаҳо барои эҷоди системаҳои зехнии муайянкунии автомати забони коди барномавӣ дурнамои васеъро мекушояд. Натиҷаҳои бадастомада имконияти истифодаи самараноки қонуниятҳои оморӣ ҳарфҳои лотиниро дар масъалаҳои таҳлили коди ибтидоӣ, криминалистикаи рақамӣ ва коркарди зехнии матнҳои барномавӣ тасдиқ мекунад.

Дар натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда муайян карда шуд, ки самаранокии аз ҳама баландро моделҳои омехтае доро мебошанд, ки таҳлили оморӣ рамзҳо, усулҳои омӯзиши мошинӣ ва меъморӣҳои шабакаҳои нейрониро муттаҳид мекунад. Чунин равиш устувории баландро ба ҳалалҳо, фрагментҳои ихтисоршудаи код ва сохторҳои омехтаи забонӣ таъмин менамояд. Натиҷаҳои илмӣ бадастомада метавонанд ҳамчун асос барои таҳқиқотҳои минбаъда дар соҳаи идентификатсияи автомати забонҳои барномасозӣ ва атрибутсияи муаллифии коди барномавӣ хизмат кунанд.

Муқарриз: Табуров М.Х. – н.и.т., дотсенти қабедраи автоматикунони равандҳои технологӣ ва истеҳсолоти ДПТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Адабиёт

1. Rudman, J. The state of authorship attribution studies: Some problems and solutions [Text] / J. Rudman // Computers and the Humanities. – 1998. – Vol. 31. – pp. 351-365.
2. Куртукова, А.В. Идентификация автора исходного кода методами машинного обучения [Текст] / А.В. Куртукова, А.С. Романов // Журнал «Труды СПИИРАН». – СПб. – 2019. – №3. – С. 742-766.
3. Куртукова, А.В. Архитектура интеллектуальной системы идентификации автора исходного кода [Текст] / А.В. Куртукова, А.С. Романов, А.А. Шелупанов // Журнал «Доклады ТУСУР». – Томск. – 2022. – №3. – С. 55-63.
4. Куртукова, А.В. Интеллектуальная система идентификации автора программного кода [Текст] / А.В. Куртукова // Журнал «Молодой ученый». – Казань. – 2020. – №40. – С. 2-5.
5. Мещеряков, Р.В. Методы анализа исходного кода программ в задачах информационной безопасности [Текст] / Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов // Журнал «Приборостроение». – СПб. – 2017. – №7. – С. 121-126.
6. Шелупанов, А.А. Методы защиты информации в программных системах [Текст] / А.А. Шелупанов // Журнал «Информационные технологии». – М. – 2016. – №5. – С. 14-20.
7. Белов, С.Н. Методы обнаружения клонов программного кода [Текст] / С.Н. Белов // Журнал «Программные продукты и системы». – Тверь. – 2016. – №3. – С. 57-63.
8. Власов, А.В. Методы выявления заимствований в программных текстах [Текст] / А.В. Власов, Н.В. Малышев // Журнал «Информационные технологии». – М. – 2014. – №9. – С. 33-38.
9. Афонин, А.Н. Анализ сходства программного кода [Текст] / А.Н. Афонин, В.П. Пономарев // Журнал «Информатика и образование». – М. – 2013. – №8. – С. 44-49.
10. Соловьев, А.А. Анализ программных клонов и обнаружение заимствований [Текст] / А.А. Соловьев // Журнал «Программирование». – М. – 2017. – №4. – С. 213-220.
11. Лебедев, В.С. Алгоритмы обнаружения сходства программного кода [Текст] / В.С. Лебедев // Журнал «Системы управления и информационные технологии». – Воронеж. – 2010. – №2. – С. 78-83.
12. Кравцов, А.В. Методы стилометрического анализа текстов программ [Текст] / А.В. Кравцов // Журнал «Вестник СПбГУ». – СПб. – 2018. – №4. – С. 88-96.

13. Иванов, А.Н. Применение машинного обучения для анализа программного кода [Текст] / А.Н. Иванов, П.В. Сидоров // Журнал «Информационные технологии». – М. – 2020. – №10. – С. 45-52.

14. Асадуллозода, Ш.М. Таҳлили монандии код: моҳият, усулҳо ва аҳамияти он дар замони рақамисозӣ / Ш.М. Асадуллозода, Э.К. Абдуллозода // Фурӯғи илм. – 2025. – № 4(04). – С. 26–30.

15. Қосимов, А. А. Муқоисаи асарҳои номгузори назарӣ дар асоси симони рақамии униграмаи рамзӣ ва ҳиҷо / А. А. Қосимов, Ҳ. А. Астанакулов, Ш. А. Бозоров // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, инвеститсия. – 2024. – №. 4(68). – Р. 45-49. – EDN KYNDQR.

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

TJ	RU	EN
Қосимов Абдунаби Абдурауфович	Косимов Абдунаби Абдурауфович	Kosimov Abdunabi Abduraufovich
Доктори илмҳои техникаӣ, дотсент	Доктор технических наук, доцент	Doctor of Technical Sciences, associate professor
Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: abdunabi_kbtut@mail.ru		
TJ	RU	EN
Асадуллозода Шаҳриёр Мирзохон	Асадуллозода Шаҳриёр Мирзохон	Asadullozoda Shahriyor Mirzokhon
Унвончӯ	Соискатель	Applicant
Донишгоҳи Давлатии Бохтар ба номи Н. Хусрав	Бохтарский государственный университет имени Н. Хусрава	Bokhtar State University named after N. Khusrav
E-mail: shahriyorkhaidarov480@gmail.com		
TJ	RU	EN
Шарифов Мусо Умарович	Шарифов Мусо Умарович	Sharifov Muso Umarovich
Магистранти курси 2	Магистрант 2 курса	2st year Master's student
Институти математика ба номи А. Ҷураевӣ АМИ Тоҷикистон	Институт математики им. А. Джураева НАН Таджикистана	A. Juraev Institute of Mathematics of NAS of Tajikistan
E-mail: sharifovmuso2000@gamil.com		

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

УДК 658.8:656:004

DOI: 10.65599/III7348

ЦИФРОВЫЕ МАРКЕТИНГОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ АДАПТАЦИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Н.Р. Мукимова, Х.Д. Мирзобеков

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В условиях цифровой трансформации транспортно-логистической отрасли внедрение цифровых маркетинговых и управленческих инструментов становится ключевым фактором повышения эффективности перевозок и оптимизации логистических процессов. В статье исследуется зарубежный опыт применения CRM-систем, цифровых логистических платформ, технологий искусственного интеллекта и аналитики больших данных в транспортной логистике, а также в оценке перспектив их адаптации для транспортно-логистических систем Республики Таджикистан. Результаты показывают, что использование цифровых инструментов способствует сокращению непроизводительного времени, оптимизации маршрутов, снижению транзакционных издержек и повышению точности доставки грузов. На основании анализа динамики грузооборота и структуры перевозок предложена концептуальная модель внедрения цифровых решений в национальную транспортно-логистическую систему.

Ключевые слова: маркетинг, цифровые инструменты, транспортная логистика, CRM-системы, цифровые платформы, цифровизация, адаптация.

ВОСИТАҶОИ МАРКЕТИНГИ РАҚАМӢ ДАР ЛОГИСТИКАИ НАҚЛИЁТӢ: ТАҶРИБАИ ХОРИҶӢ ВА ДУРНАМОИ МУТОБИҚШАВӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

Н.Р. Мукимова, Х.Д. Мирзобеков

Дар шароити трансформатсияи рақамии соҳаи нақлиёт ва логистика, ҷорӣ намудани воситаҳои маркетинги рақамӣ ва идоракунии, ба омилҳои каллиди баланд бардоштани самаранокии интиқоли бор ва муносибозии равандроҳои логистикӣ табдил меёбад. Дар мақола таҷрибаи кишварҳои хориҷӣ оид ба истифодаи системаҳои-CRM, платформаҳои рақамии логистикӣ, технологияҳои зехни сунъӣ ва таҳлили додаҳои бузург дар логистикаи нақлиётӣ, инчунин баҳодиҳии дурнамои мутобиқшавии онҳо барои системаҳои нақлиётӣ-логистикӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳқиқ шудаанд. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки истифодаи воситаҳои рақамӣ ба коҳишёбии вақти ғайриистеҳсоли, муносибозии хатсайро, паст шудани хароҷоти транзаксионӣ ва баланд бардоштани дақиқии расонидани бор мусоидат менамояд. Дар асоси таҳлили динамикаи гардиши бор ва сохтори ҳамлу нақл, модели концептуалии татбиқи қарорҳои рақамӣ ба системаи миллии нақлиётӣ-логистикӣ пешниҳод гардидааст.

Калидвожаҳо: маркетинг, воситаҳои рақамӣ, логистикаи нақлиётӣ, системаҳои-CRM, платформаҳои рақамӣ, рақамикунӣ, мутобиқшавӣ.

DIGITAL MARKETING TOOLS IN TRANSPORT LOGISTICS: FOREIGN EXPERIENCE AND PROSPECTS OF ADAPTATION IN TAJIKISTAN

N.R. Mukimova, Kh.D. Mirzobekov

In the context of the digital transformation of the transport and logistics industry, the introduction of digital marketing and management tools is becoming a key factor in improving transportation efficiency and optimizing logistics processes. The article examines the foreign experience of using CRM systems, digital logistics platforms, artificial intelligence technologies and big data analytics in transport logistics, as well as in assessing the prospects for their adaptation to the transport and logistics systems of the Republic of Tajikistan. The results show that the use of digital tools helps to reduce unproductive time, optimize routes, reduce transaction costs and improve the accuracy of cargo delivery. Based on the analysis of the dynamics of cargo turnover and the structure of transportation, a conceptual model for the implementation of digital solutions in the national transport and logistics system is proposed.

Keywords: marketing, digital tools, transport logistics, CRM systems, digital platforms, digitalization, adaptation.

Введение

Цифровые технологии кардинально меняют облик современной экономики. Транспорт и логистика — одна из тех отраслей, где эти перемены ощущаются особенно остро: IT-решения превращаются в главный инструмент управления товарными, сервисными и информационными потоками. Причём цифровизация сегодня охватывает не только внутренние операции компаний, но и то, как они выстраивают маркетинг и работу с клиентами.

Крупные логистические операторы, действующие на глобальных рынках, всё активнее переводят бизнес-процессы в цифровую среду. Технологии позволяют им в режиме реального времени отслеживать потребительский спрос, оптимизировать маршруты и строить прогнозы грузопотоков. По сути, на наших глазах складывается принципиально новая модель управления, в которой маркетинг, ИКТ и глубокий анализ

данных функционируют как единая, слаженная система. Ряд исследователей приходит к выводу, что именно цифровые маркетинговые инструменты формируют каркас, на котором держатся современные глобальные логистические сети [11].

Для стран с развивающейся экономикой освоение подобных инноваций приобретает стратегический характер. Как отмечает Ш.Х. Худоёров, цифровая трансформация затрагивает сами институциональные основы бизнеса: она открывает новые каналы взаимодействия с потребителями, делает логистические операции более прозрачными и ведёт к сокращению транзакционных издержек. Маркетинговые стратегии при этом всё в большей степени опираются на данные и аналитику, а привычные схемы дистрибуции уступают место гибким цифровым моделям [7].

О. Бобоев, продолжая эту тему, указывает на то, что искусственный интеллект и сенсорные системы фактически размывают границу между реальным движением груза и его цифровым отображением. Привычные линейные цепочки поставок, десятилетиями работавшие по одной схеме, трансформируются в гибкие интеллектуальные сети, так называемые цифровые цепи поставок, которые способны моментально подстраиваться под изменения рыночной конъюнктуры. По мнению исследователя, подключение клиентов и логистических операторов через единую цифровую платформу заметно снижает накладные расходы и делает перевозку дешевле для конечного потребителя, одновременно ускоряя её выполнение. Анализ больших данных при этом открывает возможность просчитывать маршруты с учётом временных и топливных затрат, выбирать оптимальные пути следования, оперативно обрабатывать клиентские заявки и вести отслеживание грузов в режиме реального времени — всё это существенно сокращает число ошибок и случаев мошенничества. В конечном счёте цифровизация логистики позволяет выстроить более рациональный процесс транспортировки и значительно снизить затраты на его организацию и планирование [2].

В научном сообществе также обращается внимание на то, что внедрение технологий больших данных, блокчейна и интернета вещей наряду с развитием электронного документооборота и цифровых транспортных решений ускоряет обработку информации, сокращает операционные издержки и формирует единое цифровое пространство для взаимодействия всех участников рынка [1]. Всё это делает изучение зарубежного опыта в области цифровых маркетинговых инструментов актуальной как в научном, так и в практическом отношении задачей.

Материалы и методы исследования

В основу исследования положен комплекс взаимодополняющих методов, обеспечивших разностороннее изучение цифровых маркетинговых инструментов в транспортной логистике. Центральное место среди них занял сравнительный анализ: сопоставление уровня цифровизации транспортных систем в ряде зарубежных стран с реальным положением дел в отрасли Республики Таджикистан позволило чётко обозначить существующий технологический разрыв и определить направления, которые нуждаются в первоочерёдном развитии.

Применение системного подхода дало возможность рассматривать транспортную сферу как целостную структуру, в которой маркетинговые инструменты, логистические процессы и финансовые результаты тесно взаимосвязаны. Благодаря этому удалось установить, что эффективность цифровых решений напрямую сказывается на ключевых экономических показателях транспортных организаций.

Помимо этого, был проведён детальный анализ научных публикаций и прикладных материалов, посвящённых практике внедрения CRM-систем, технологий искусственного интеллекта, Big Data и цифровых платформ в логистике. Изучение международного опыта позволило обобщить наиболее результативные подходы и выделить те элементы, которые могут быть реально адаптированы к условиям Таджикистана.

Исследование и полученные результаты

Цифровой маркетинг представляет собой совокупность методов и инструментов продвижения услуг, в основе которых лежит использование информационно-коммуникационных технологий. Применительно к транспортно-логистическому сектору он приобретает выраженную прикладную специфику: органично встраивается в процессы оперативного управления грузопотоками и обеспечивает слаженное взаимодействие между всеми звеньями логистической цепи.

Одним из наиболее востребованных инструментов в этой сфере остаётся система управления взаимоотношениями с клиентами - CRM. Она позволяет собирать и интеллектуально обрабатывать потребительские данные, глубже понимать поведение клиентов, точнее прогнозировать спрос на транспортные услуги и формировать персонализированные предложения. Внедрение CRM-систем положительно сказывается на качестве обслуживания и способствует выстраиванию долгосрочных партнёрских отношений. В ряде исследований [4, 5] подчёркивается, что полноценное использование инструментов цифрового маркетинга в транспортной логистике невозможно без развития логистической инфраструктуры и перехода к адаптивным интегрированным системам на базе искусственного интеллекта, обеспечивающим координацию всех участников процесса.

Заслуживает внимания и характеристика интегрированной цифровой логистической платформы, которую ряд авторов определяет как программно-аппаратную среду, обеспечивающую алгоритмизированное выполнение транспортно-логистических операций и ведущую к сокращению совокупных логистических затрат [3, с. 126]. Такие платформы дают предприятиям возможность гибко реагировать на изменения рыночной конъюнктуры, выстраивать оптимальные маршруты и укреплять конкурентные позиции.

Цифровизация логистики давно вошла в число приоритетов транспортной политики развитых государств. В странах Европейского союза последовательно внедряются интеллектуальные логистические системы, цифровые платформы управления грузоперевозками и современные инструменты аналитики данных. Результатом становится заметное сокращение сроков доставки и более эффективная координация между всеми участниками транспортного процесса.

В Китае цифровая трансформация логистической отрасли развивается в тесной связке с бурным ростом электронной коммерции. Крупные цифровые экосистемы объединяют на единой площадке производителей, перевозчиков и конечных потребителей, обеспечивая обмен данными в реальном времени и более рациональное распределение имеющихся ресурсов.

В государствах БРИКС акцент делается на формировании национальных цифровых логистических платформ, призванных создать общую информационную среду для всех участников рынка. Такие платформы способствуют снижению транзакционных издержек, повышению эффективности международной торговли и в конечном счёте укреплению экономических связей внутри этих объединений [9].

Помимо этого, в научном сообществе всё устойчивее утверждается взгляд на цифровизацию маркетинга и логистики как на значимый фактор конкурентоспособности компаний на мировом рынке. Совместное применение цифровых платформ и современных маркетинговых инструментов расширяет возможности работы с потребителями и позволяет заметно повысить качество предоставляемых услуг [8].

Для наглядного отображения различий в уровне цифровизации логистики по странам и регионам далее представлен сравнительный анализ использования ключевых цифровых инструментов, в частности CRM-систем с элементами искусственного интеллекта и цифровых логистических платформ.

Таблица 1 – Сравнительный анализ цифровых инструментов

Страна/регион	CRM с ИИ	Цифровые платформы	Снижение затрат, %	Повышение эффективности, %
Европейский союз	Высокий уровень	Интегрированные платформы	18-25%	10-20%
Китай	Рост ИИ-инструментов	Большие цифровые экосистемы	18-30%	15-30%
БРИКС (в среднем)	Средний уровень	Национальные платформы	15-20%	10-25%
Таджикистан	Начальный этап	Отсутствуют	-	-

Источник: составлено авторами на основании [10, 12, 13]

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что в развитых странах и крупных экономических объединениях цифровизация логистики вышла на высокий уровень зрелости, принося ощутимую экономию времени и ресурсов. Государства БРИКС пока находятся на стадии активного формирования цифровых платформ, закладывая тем

самым фундамент для дальнейшего расширения международной торговли. Таджикистан в этом отношении делает лишь первые шаги, однако страна располагает значительным потенциалом для повышения эффективности транспортного транзита за счёт освоения современных технологий. Их внедрение способно ощутимо сократить транзакционные издержки, ускорить обработку заказов и увеличить доходы благодаря расширению клиентской базы.

Для количественной оценки экономического эффекта от цифровизации логистики могут применяться следующие показатели:

- сокращение транзакционных издержек:

$$\Delta C = C_0 - C_1, \quad (1)$$

где, C_0 - издержки до внедрения цифровых технологий;

C_1 - издержки после внедрения.

- рост доходов от увеличения объема перевозок:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_0) \times P, \quad (2)$$

где, Q_0 - объём заказов до цифровизации;

Q_1 - объём заказов после внедрения технологий;

P - средний доход на одну операцию.

- интегральный экономический эффект:

$$E = \Delta C + \Delta Q - I, \quad (3)$$

где, I - инвестиции на внедрение цифровых инструментов.

Мировая практика убедительно показывает, что внедрение цифровых логистических платформ и CRM-систем, дополненных инструментами искусственного интеллекта, заметно повышает качество управления грузоперевозками [9]. В частности, автоматизация процессов, применение аналитики данных и технологий интернета вещей позволяют сократить транзакционные издержки в среднем на 10–30%. Помимо этого, цифровизация стимулирует рост объёмов перевозок, повышает точность исполнения поставок и улучшает общую операционную эффективность транспортной системы, а это напрямую отражается на доходности компаний и конкурентоспособности отрасли в целом.

Если спроецировать аналогичную логику анализа на транспортную систему Таджикистана, официальная статистика позволяет выделить ряд характерных тенденций. В период с 2019 по 2024 год совокупный объём перевозок по всем видам транспорта в стране демонстрирует устойчивую положительную динамику, что свидетельствует о способности отрасли адаптироваться к меняющимся внешним и внутренним условиям (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика объёма грузоперевозок по видам транспорта в РТ, тыс. тонн

Годы	Всего	Железнодорожный транспорт	Автомобильный транспорт	Авиационный транспорт
2019	85394,6	5798,8	79594,7	1,1
2020	85381,9	6305,3	79075,8	0,7
2021	94611,8	5709,9	88900,9	0,9
2022	113941,4	6104,2	107836,3	0,8
2023	120576,1	6451,0	114124,1	1,0
2024	134408,1	6712,9	127693,8	1,4

Источник: составлено на основании [6]

Данные таблицы 2 наглядно демонстрируют, что автомобильный транспорт сохраняет за собой роль главной движущей силы грузовых перевозок в стране, обеспечивая свыше 90% их совокупного объёма. В 2024 году этот показатель достиг 127 693,8 тыс. т., что превышает уровень 2019 года (79 594,7 тыс. т.) более чем на 60%. Железнодорожные перевозки за тот же период выросли с 5 798,8 тыс. т. до 6 712,9 тыс. т., прибавив около 15,8%, при этом темпы заметно скромнее по сравнению с автомобильным сегментом. Авиационный транспорт по-прежнему занимает незначительную долю в общей структуре грузопотоков и существенного влияния на неё не оказывает.

Подобная динамика указывает на нарастающую зависимость национальной экономики от автомобильных перевозок. Это, в свою очередь, создаёт дополнительную

нагрузку на дорожную инфраструктуру и ведёт к удорожанию логистики, поскольку себестоимость автоперевозок традиционно выше, чем у железнодорожных.

Анализ динамики грузооборота по видам транспорта в Таджикистане свидетельствует не только об общем росте перевозочной активности, но и о структурных сдвигах в транспортных потоках, эффективное управление которыми становится всё более актуальной задачей. Таблица 3 отражает изменения грузооборота по видам транспорта за 2019–2024 годы. Совокупный грузооборот, учитывающий как объём перевезённых грузов, так и расстояние их доставки, за указанный период вырос с 7 693,3 млн. т-км до 14 064,0 млн. т-км, то есть увеличился почти в 1,8 раза.

Таблица 3 – Динамика грузооборота по видам транспорта, млн. т-км.

Годы	Всего	Железнодорожный транспорт	Автомобильный транспорт	Авиационный транспорт
2019	7693,3	231,7	7457,7	3,9
2020	7800,8	273,4	7525,6	1,8
2021	8566,3	253,2	8310,3	2,8
2022	10702,3	274,1	10426,3	1,9
2023	12122,1	303,9	11815,7	2,4
2024	14064,0	319,0	13742,2	2,8

Источник: составлено на основании [6]

На протяжении всего анализируемого периода автомобильный транспорт остаётся бесспорным лидером по объёму грузоперевозок. Подобное положение дел объясняется прежде всего географической спецификой страны и слабым развитием альтернативных транспортных коридоров. Вместе с тем такая однобокая зависимость несёт в себе очевидные риски: дорожная инфраструктура испытывает нарастающую нагрузку, а эксплуатационные расходы неуклонно растут.

Железнодорожный транспорт демонстрирует умеренный, хотя и неравномерный рост- грузооборот за рассматриваемый период увеличился с 231,7 до 319 млн т-км. Сравнительно невысокая доля железной дороги в общей структуре перевозок говорит о том, что её потенциал, особенно на дальних маршрутах и международных направлениях, пока задействован далеко не в полной мере.

Авиационный транспорт занимает в структуре грузооборота минимальную долю, причём показатели отличаются заметной нестабильностью. В 2020 году объём воздушных грузоперевозок резко сократился до 1,8 млн т-км - прямое следствие пандемийных ограничений. В последующие годы отрасль частично восстановилась, однако цифры по-прежнему остаются незначительными и принципиально на общую картину не влияют.

Среднее расстояние перевозки одной тонны груза за этот период выросло с 90 км в 2019 году до 104,6 км в 2024 году. Это свидетельствует об удлинении транспортных плеч и, соответственно, о возрастающей потребности в грамотном управлении маршрутами и ресурсами.

Отдельного внимания заслуживают показатели технической эффективности использования подвижного состава. Среднее время оборота грузового вагона в Таджикистане в 2024 году составляет около 72,7 часа, то есть порядка трёх суток. Линейная скорость движения грузовых поездов оценивается примерно в 29,6 км/ч при технической скорости около 35,2 км/ч [6]. Разрыв между этими величинами отражает потери времени на стоянки, погрузочно-разгрузочные операции и прочие технологические перерывы. Сократить эти непроизводительные простои вполне реально за счёт внедрения CRM-платформ, систем аналитического прогнозирования и интеллектуальных диспетчерских решений. Это позволило бы повысить интенсивность использования подвижного состава, оптимизировать маршруты и снизить издержки транспортных предприятий. Данная задача особенно актуальна применительно к автомобильному транспорту, который, как было показано выше, доминирует в структуре грузоперевозок республики, создавая избыточную нагрузку на дороги и удорожая логистику в целом.

С учётом изложенного перспективы внедрения цифровых маркетинговых инструментов в транспортную систему Таджикистана можно обозначить по нескольким ключевым направлениям.

Во-первых, цифровые платформы и аналитические инструменты маркетинга открывают реальные возможности для более рационального распределения грузопотоков между различными видами транспорта. Во-вторых, автоматизация операционных процессов в сочетании с технологиями интернета вещей способна существенно снизить издержки и повысить точность исполнения доставок. В-третьих, применение цифровых решений при организации мультимодальных перевозок повысит их прозрачность и управляемость, что особенно значимо для автомобильного сегмента, занимающего доминирующее положение в структуре грузопотоков страны.

Для транспортно-логистической системы Таджикистана цифровизация маркетинговых инструментов способна стать одним из определяющих факторов повышения эффективности всей отрасли. Вместе с тем механический перенос зарубежных технологий без учёта местной специфики вряд ли принесёт ожидаемый результат - их внедрение требует последовательной адаптации к национальным экономическим и институциональным условиям. В качестве приоритетных направлений такой адаптации можно выделить следующие: развитие цифровой инфраструктуры транспортной отрасли; внедрение CRM-систем в деятельность логистических компаний; формирование национальной цифровой логистической платформы; совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей цифровую среду; а также целенаправленная подготовка кадров в сфере цифровой логистики.

Последовательная реализация этих направлений на основе современных цифровых технологий позволит повысить прозрачность грузовых перевозок, сократить время прохождения грузов через транспортные узлы и укрепить транзитный потенциал республики (рисунок 1).

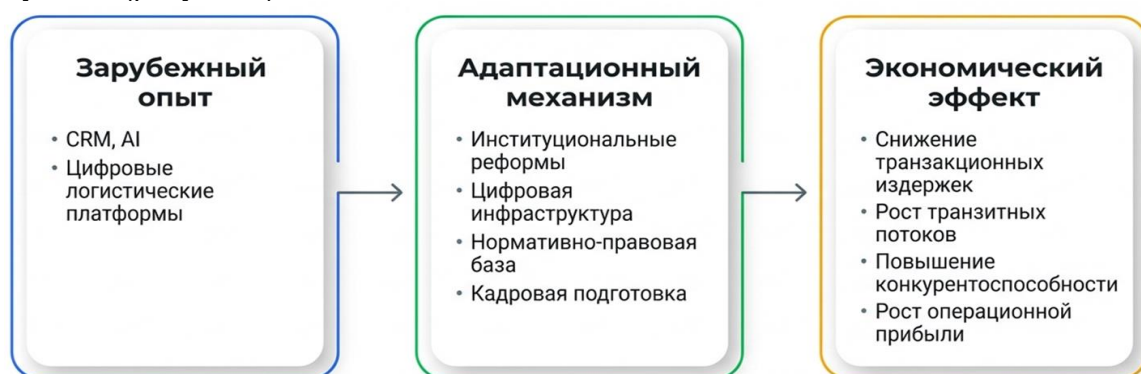


Рисунок 1 – Модель адаптации зарубежного опыта применения цифровых маркетинговых инструментов в транспортно-логистической системе (разработано авторами)

Рисунок 1 наглядно отображает логику адаптации зарубежного опыта в части внедрения цифровых маркетинговых инструментов в транспортно-логистическую систему Таджикистана. Модель выстроена как последовательная цепочка: отправной точкой служит международная практика применения CRM-систем, технологий искусственного интеллекта и цифровых платформ, которая через адаптационный механизм, включающий институциональные преобразования, развитие цифровой инфраструктуры и подготовку профильных кадров, трансформируется в конкретные экономические результаты. К таковым относятся сокращение транзакционных издержек, наращивание транзитных потоков и укрепление конкурентных позиций отечественных транспортных компаний.

Заключение

Цифровые маркетинговые инструменты превратились в один из ключевых факторов развития транспортной и логистической отраслей. Мировая практика убедительно подтверждает: внедрение CRM-систем, технологий обработки больших данных и цифровых платформ в транспортном секторе ведёт к существенному повышению эффективности логистических и перевозочных процессов. Данные технологии совершенствуют внутреннюю организацию перевозок и качественно меняют

характер взаимодействия с клиентами — за счёт более точного прогнозирования спроса, ускоренной обработки запросов и формирования персонализированных решений. Для Республики Таджикистан освоение цифровых решений приобретает особую стратегическую ценность. Они позволяют рационально выстраивать управление транспортными потоками, сокращать операционные и транзакционные расходы, а также повышать устойчивость отечественных компаний в условиях обостряющейся международной конкуренции. Наряду с этим цифровая трансформация транспортного сектора выступает катализатором модернизации инфраструктуры, роста профессионального уровня специалистов и совершенствования отраслевого регулирования — тем самым создавая предпосылки для устойчивого экономического роста, опирающегося на технологические инновации.

Таким образом, развитие цифрового маркетинга в транспортной отрасли следует рассматривать не только как инструмент повышения эффективности отдельных бизнес-процессов, но и как важный механизм интеграции Таджикистана в международные транспортно-логистические системы, способный принести стране долгосрочные экономические и социальные дивиденды.

Рецензент: Раджабов Р.К. – д.э.н., профессор кафедры «Товарное дело» Таджикского государственного университета коммерции.

Литература

1. Бобоев, О. Вопросы формирования и развития цифровой логистики в Республике Таджикистан / О. Бобоев, Б. Давлатов, К. О. Бобоев // Международная научно-практическая конференция ТГФЭУ, 16 декабря 2024 года, 2024. – С. 100-106. – EDN RLLFYI.
2. Бобоев, О. Цифровая логистика: формирование и развитие / О. Бобоев // Государственное управление. – 2024. – № 4-1(69). – С. 122-134. – EDN KQFJNX.
3. Дмитриев, А. В. Развитие цифровых платформ транспортно-логистического обслуживания / А. В. Дмитриев // Логистические системы в глобальной экономике. – 2020. – № 10. – С. 125-129.
4. Мукимова Н.Р., Мирзобеков Х.Д. Развитие логистической инфраструктуры как условие формирования стратегии инновационного развития промышленности Республики Таджикистан // Вестник Таджикского государственного университета коммерции. - № 2(52). Душанбе: «Точир». - 2024. - С. 258-266, ISSN 2308-054X
5. Никишов, С. И. Формирование и развитие адаптивно-интегрированной логистики на платформе искусственного интеллекта: специальность 08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности): диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Никишов Сергей Иванович, 2022. – 376 с. – EDN OPPZEV.
6. Транспорт и связь Республики Таджикистан: статистический сборник. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025. – 33 с.
7. Худоев, Ш. Х. Цифровизация дистрибуции как ключевой вектор развития маркетинговых стратегий в условиях цифровой экономики / Ш. Х. Худоев // Вестник Таджикского государственного университета коммерции. – 2025. – № 3(58). – С. 385–396.
8. Babics I., Jermolajeva E. Development of social platforms and new opportunities in digital marketing // Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly. – 2024. – No. 41. – P. 22–39. DOI: 10.7250/csimq.2024-41.02.
9. Barykin S.E., Kapustina I.V., Korchagina E.V., Sergeev S.M. et al. Digital logistics platforms in the BRICS countries: comparative analysis and development prospects. Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 20. – Article 11228. DOI: 10.3390/su132011228
10. Chandrasekaran P. Digital Transformation in the Logistics Industry Statistics / P. Chandrasekaran, edited by P. Sandoval, fact-checked by K. Brennan // GitNuxReport. — 13 Feb. 2026. — URL: <https://www.gitnux.com/digital-transformation-in-the-logistics-industry-statistics> (дата обращения: 12.03.2026).
11. Kalenyuk I., Riashchenko V., Uninets I. Smart marketing and global logistics networks // Baltic Journal of Economic Studies. – 2024. – Vol. 10, No. 2. – P. 113–122. DOI: 10.30525/2256-0742/2024-10-2-113-122
12. Shah K. Digital Transformation in Supply Chain Management: A Commerce and Management Perspective // Milky Way Scientific Journal (MWSJ). — Vol. 1, No. 1, 2025. — P. 53–71. — ISSN 3069-6399 (Online). — DOI: <https://doi.org/10.65021/mwsj.v1.i1.5>. — URL: <http://www.mwsJournal.com> (дата обращения: 22.03.2026).

13. Shrvan Rajpurohit. AI in Logistics: Cut Costs with Fleets & Digital Twins / TheIntellify. — 11 Sep. 2025. URL: <https://theintellify.com/ai-logistics-autonomous-fleets-digital-twins/> (дата обращения: 17.03.2026).

14. Мукимова, Н. Р. Анализ современного состояния отраслей промышленности Республики Таджикистан / Н. Р. Мукимова, Т. Н. Холмуродова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2024. – № 3(67). – С. 59-67. – EDN AXQETA.

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

TJ	RU	eN
Мукимова Наргис Рустамовна д.и.и., дотсент	Мукимова Наргис Рустамовна д.э.н., доцент	Mukimova Nargis Rustamovna Doctor of Economic Science, 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: mnargis@yandex.ru		
TJ	RU	eN
Мирзобеков Хуршед Дурманович н.и.и., дотсент	Мирзобеков Хуршед Дурманович к.э.н., доцент	Mirzobekov Khurshed Durmanovich Candidate of Economic Science, 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: mhurshed_80@mail.ru		

УДК: 330.322:338.45:004.9

DOI: 10.65599/PII8800

ИНВЕСТИЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

З.С. Раджабова, А.Б. Шарипова

Таджикский технический университет имени М.С. Осими

Статья посвящена анализу инвестиционных механизмов цифровой трансформации промышленности Республики Таджикистан в современных условиях. Рассматриваются институциональные аспекты привлечения капитала, государственные меры поддержки и структурные барьеры для финансирования цифровых инициатив. Обосновываются положения о том, что инвестиции в цифровые технологии играют решающую роль в повышении эффективности, экономии ресурсов и конкурентоспособности предприятий. Особое внимание уделено изучению изменений в отраслевых структурах, государственной инвестиционной политике и возможностей для роста экспортно-ориентированных отраслей в контексте цифровой трансформации экономики.

Ключевые слова: цифровизация, инвестиции, устойчивое развитие, государственная промышленная политика, реальный сектор экономики, цифровые технологии.

МЕХАНИЗМҲОИ САРМОНГУЗОРИИ ТАБАДДУЛОТИ РАҚАМИИ САНОВАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ШАРОИТИ МУОСИР

З.С. Раджабова, А.Б. Шарипова

Мақола ба таҳлили механизмҳои сармоягузори табодули рақамии саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар шароити муосир бахшида шудааст. Дар он ҷанбаҳои институционалии ҷалби сармоя, ҷораҳои дастгирии давлатӣ ва монеаҳои сохторӣ барои маблағгузори ташаббусҳои рақамӣ баррасӣ мегарданд. Таъкид мегардад, ки сармоягузорӣ ба технологияҳои рақамӣ дар баланд бардоштани самаранокӣ, сарфҳои захираҳо ва рақобатпазирии корхонаҳо нақши ҳалкунанда дорад. Таваҷҷуҳи махсус ба омӯзиши тағйирот дар сохтори соҳавӣ, сиёсати давлатии сармоягузорӣ ва имкониятҳои рушди соҳаҳои ба содирот нигаронидашуда дар заминаи рақамикунони иқтисодиёт равона шудааст.

Калидвожаҳо: рақамикунӣ, сармоягузорӣ, рушди устувор, сиёсати давлатии саноатӣ, баҳши воқеии иқтисодиёт, технологияҳои рақамӣ.

INVESTMENT MECHANISMS FOR DIGITAL TRANSFORMATION OF INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN IN MODERN CONDITIONS

Z.S. Radzhabova, A.B. Sharipova

The article is devoted to the analysis of investment mechanisms for the digital transformation of industry in the Republic of Tajikistan in modern conditions. Institutional aspects of capital attraction, government support measures, and structural barriers to financing digital initiatives are examined. The study substantiates the position that investments in digital technologies play a decisive role in improving efficiency, optimizing resource use, and enhancing the competitiveness of enterprises. Special attention is paid to the study of changes in industrial structures, state investment policy, and opportunities for the growth of export-oriented sectors in the context of the digital transformation of the economy.

Keywords: digitalization, investments, sustainable development, state industrial policy, real sector of the economy, digital technologies.

Введение

В эпоху глобализации и технологического прогресса цифровая трансформация промышленности становится ключевым фактором, способствующим стабильному экономическому развитию стран. Внедрение передовых цифровых технологий, таких как автоматизированные системы управления, аналитика больших данных, искусственный интеллект, облачные сервисы и цифровые платформы, существенно повышает производительность и эффективность производственных процессов. В рамках Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года цифровизация промышленности определена как ключевой стратегический инструмент, направленный на формирование конкурентоспособной индустриальной модели, что предполагает внедрение передовых цифровых технологий и инновационных решений [3]. В период с 2025 по 2030 годы, обозначенные Президентом Республики Таджикистан Эмомали Рахмоном как «Годы развития цифровой экономики и инноваций», был институционализирован приоритет инвестиций в технологическое обновление промышленного сектора. Этот стратегический курс направлен на интеграцию передовых цифровых технологий в производственные процессы, что позволяет повысить их эффективность и конкурентоспособность на мировом рынке.

Таким образом, цифровизация в Таджикистане выходит за рамки простого технологического процесса и приобретает статус комплексной инвестиционной стратегии, определяющей долгосрочные направления экономического развития. Цифровая трансформация промышленности включает в себя модернизацию производственных мощностей, внедрение автоматизированных систем управления, цифровых платформ и технологий обработки данных. Перечисленные направления требуют значительных

капитальных вложений, формируя отдельный сегмент инвестиционного рынка, характеризующийся высокой степенью капиталоемкости и стратегической значимостью для национальной экономики.

Целью исследования является изучение инвестиционных механизмов цифровой трансформации промышленности Республики Таджикистан. В рамках работы предстоит выявить факторы, влияющие на инвестиционную активность в сфере цифровизации и ключевые направления совершенствования государственной инвестиционной политики.

Методы исследования

В основу исследования легли системный, институциональный и сравнительный методы анализа цифровой трансформации промышленности. Использовались методы статистического, структурного и логического анализа для оценки инвестиционной активности, состояния промышленного сектора и уровня развития цифровой экономики.

Исследование опирается на официальные данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, материалы государственных программ и стратегических документов, а также научные работы отечественных и зарубежных учёных, посвящённые вопросам цифровизации и инвестиционного роста.

В данном исследовании проведен анализ механизмов государственной поддержки, налоговых преференций, грантового финансирования, а также стратегий сотрудничества между государственным и частным секторами. Особое внимание уделено отраслевым аспектам внедрения цифровых инноваций в промышленное производство.

Результаты анализа и их обсуждение

В условиях структурных изменений в экономике Таджикистана цифровизация промышленности приобретает явное инвестиционное значение. Это связано с потребностью в улучшении производственных процессов и увеличении их экономической эффективности.

Цифровизация в Таджикистане не ограничивается лишь техническими преобразованиями. Она становится частью масштабной инвестиционной стратегии, которая формирует долгосрочные приоритеты экономического роста. Цифровая модернизация промышленности предполагает обновление производственных мощностей, введение автоматизированных систем управления и цифровых платформ, а также внедрение технологий обработки данных.

Данные направления требуют крупных финансовых вложений, что создаёт отдельную нишу на рынке инвестиций. Этот сегмент отличается высокой капиталоемкостью и стратегической важностью для экономики страны.

Инвестиции в цифровые проекты обладают рядом уникальных характеристик, обусловленных их спецификой и требованиями к реализации. Прежде всего, цифровые проекты характеризуются значительной долей нематериальных активов, таких как интеллектуальная собственность, программное обеспечение и инновационные технологии. Данные особенности требуют от инвесторов и управленческого персонала наличия глубоких знаний и высокого уровня профессионализма в оценке динамики интеллектуального капитала и его способности создавать добавленную стоимость.

Успешное управление цифровыми проектами также предполагает долгосрочное стратегическое планирование, учитывающее развитие технологических трендов, изменения в законодательстве и адаптацию бизнес-моделей. Долгосрочное планирование помогает обеспечить устойчивое развитие и конкурентоспособность компании в условиях быстро меняющейся цифровой экономики.

Следует отметить, что эффективная реализация цифровых проектов во многом зависит от уровня организационной готовности компании: наличия квалифицированного управленческого состава, развитой инфраструктуры и культуры инноваций. Объединение же цифровых проектов с экологическими и социальными программами порождает суммарный эффект, благоприятно сказывающийся на устойчивом развитии предприятия.

В условиях ускоренной глобализации и технологического прогресса инвестиции в цифровизацию становятся ключевым стратегическим приоритетом для промышленности Таджикистана. Это позволяет осуществить переход от экстенсивного к интенсивному типу экономического роста. Данный переход осуществляется за счёт увеличения производительности труда и рационального использования экономических ресурсов, что служит фундаментом для стабильного роста национальной экономики.

По результатам анализа экономической динамики Республики Таджикистан за 2025 год, можно констатировать достижение значительного прогресса в ключевых показателях. Валовой внутренний продукт (ВВП) продемонстрировал стабильный рост на 8,4%, что свидетельствует о высокой адаптивности экономики к внешним и внутренним вызовам. Промышленное производство показало значительный рост на 22,1%, что указывает на успешную реализацию инвестиционных проектов в данном секторе [10,14].

На текущий момент в Республике Таджикистан функционирует 3756 промышленных предприятий, что свидетельствует о диверсификации промышленного сектора и создании благоприятной среды для развития малого и среднего бизнеса. Открытие около 400 новых производственных объектов является значимым показателем инновационного потенциала и инвестиционной привлекательности страны [15]. Анализ представленных статистических данных указывает на существенное увеличение инвестиционной активности в реальном секторе экономики. Тем не менее значительная доля капитальных вложений по-прежнему сосредоточена на формировании фундаментальной производственной инфраструктуры. В то же время внедрение цифровых технологий требует комплексного институционального обеспечения и формирования необходимой нормативной базы.

Следует отметить, что государственная инвестиционная политика представляет собой стратегически продуманный комплекс мер, направленных на создание благоприятных условий для инновационного обновления промышленного сектора экономики. В рамках данной стратегии используются различные инструменты фискального и институционального характера, которые можно классифицировать следующим образом [11]:

1. Оптимизация налоговой нагрузки: постепенное снижение ставки налога на добавленную стоимость (НДС) с 15% в 2024 году до 14% в 2026 и до 13% к 2027 году с целью стимулирования производственной деятельности;

2. Льготная ставка налога на прибыль: для предприятий, занимающихся производственной деятельностью (13% вместо 18–20% для других отраслей), что способствует снижению их операционных затрат и увеличению инвестиционной привлекательности;

3. Таможенные льготы: освобождение от таможенных пошлин на импорт высокотехнологичного оборудования, что позволяет предприятиям обновлять производственные мощности без дополнительных финансовых издержек. В республике для укрепления ИТ-отрасли и ускорения цифровой трансформации бизнеса введены особые правовые и экономические условия. Ключевым элементом этой инициативы является ИТ-Парк (IT Park Tajikistan), а также налоговые льготы. Компании освобождаются от налога на добавленную стоимость и таможенных пошлин при импорте товаров для реализации инвестиционных проектов Правительства Республики Таджикистан в рамках грантовых и кредитных соглашений; ввоз, в том числе на условиях финансовой аренды (лизинга), производственно-технологического оборудования и комплектующих изделий к нему для формирования или пополнения уставного фонда (капитала) предприятий или технического перевооружения действующего производства) [11].

4. Грантовая поддержка: увеличение объема государственных грантов, направленных на финансирование инновационных проектов. Общий объем грантов для инновационных проектов и поддержки предпринимательства в республике увеличен в три раза - с 5 млн. до 15 млн. сомони в 2025 году. При этом количество выделяемых грантов выросло до 200 [12].

5. Механизмы государственно-частного партнерства: развитие институциональных форм сотрудничества между государством и частным сектором, что позволяет эффективно использовать ресурсы и компетенции обеих сторон для достижения целей обновления производственной базы промышленности.

Данные меры создают концептуальную основу для привлечения частных инвестиций в проекты цифровой трансформации, стимулируя стратегические капиталовложения в повышение операционной эффективности и конкурентоспособности бизнес-субъектов.

Оценка ключевых макроэкономических индикаторов экономики Таджикистана за 2025 год демонстрирует динамику промышленного производства, аграрного сектора, сектора информационно-коммуникационных технологий и внешнеэкономической деятельности (табл.1). Эти данные предоставляют возможность комплексной оценки вклада различных отраслей в валовой внутренний продукт страны, а также определяют приоритетные направления для реализации инвестиционных проектов и внедрения цифровых технологий.

Таблица 1 – Отраслевые показатели экономики Таджикистана (2025 г.)

Отрасль/Сектор	Объём производства (млрд. сомони)	Темп роста к 2024 г. (%)	Ключевые подотрасли и лидеры
Промышленность (всего)	66.7	+22.1%	Добыча руд, текстиль, пищепром (ввод в эксплуатацию новых предприятий (400 ед.) и модернизация действующих)
Добывающая промышленность	20.0	+36.2%	Рост по видам продукции (сравнение с 2024 годом): добыча каменного угля и бура - 10,6 %, металлических руд — 36,0%, прочих полезных ископаемых — 30,3 %
Обрабатывающая промышленность	34.6	+10.5%	Производство пищевых продуктов (12,4 млрд. сомони); металлургическое производство и выпуск готовых металлических изделий (10,6 млрд. сомони); текстильной и швейной продукции (4,2 млрд. сомони); неметаллической минеральной продукции (4,5 млрд. сомони)
Сельское хозяйство	84,7	+9.5%	Хлопководство, овощеводство
Сектор ИКТ и цифровая экономика	18.5	Цель: до 10% от ВВП к 2027	Мобильная связь, ИТ-услуги
Внешняя торговля	102,5	+20.5%	Экспорт алюминия, хлопка, электроэнергии, сельскохозяйственной продукции и т.д.

Составлено авторами по электронному источнику [11].

Анализ приведенных в таблице данных устанавливает, что промышленный сектор экономики занимает доминирующую позицию, демонстрируя объем производства в размере 66,7 млрд. сомони и значительный рост на 22,1% относительно показателей 2024 года. Наиболее значимыми направлениями промышленности остаются добывающая и обрабатывающая отрасли. Добыча полезных ископаемых показывает значительный прирост (+36,2%), обусловленный увеличением объемов добычи каменного угля и металлических руд, а обрабатывающая промышленность растет умереннее (+10,5%), при этом основную долю составляют пищевая промышленность (12,4 млрд. сомони) и металлургия (10,6 млрд. сомони).

Сельское хозяйство с ростом 9,5% продолжает играть важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и сырьевой базы для перерабатывающих отраслей. В секторе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и цифровой экономики поставлена приоритетная цель достижения доли в 10% валового внутреннего продукта (ВВП) к 2027 году. Эта стратегическая инициатива акцентирует внимание на важности интеграции информационных технологий и мобильной связи в процессы цифровой трансформации предприятий [9].

Вместе с тем внешнеторговая деятельность отражает значительный рост, составивший 20,5%, что привело к увеличению объема экспорта до 102,5 млрд. сомони. Основными товарами, экспортируемыми страной, по-прежнему являются алюминий, хлопок и электроэнергия. Данное обстоятельство создает благоприятные условия для

внедрения современных цифровых технологий в управление экспортными потоками, таких как системы мониторинга и международные электронные платформы, позволяющих оптимизировать логистические процессы и повысить эффективность внешнеэкономической деятельности.

Несмотря на позитивную макроэкономическую ситуацию, предприятия могут столкнуться с некоторыми трудностями, существенно влияющими на их деятельность, а также на перспективы долгосрочного роста.

Эти трудности можно разделить на ряд категорий:

1. Высокая стоимость заимствований: при низком уровне инфляции и стабильном экономическом росте процентные ставки по кредитам остаются сравнительно высокими. Это ограничивает возможности компаний привлекать заемные средства и увеличивает их финансовые расходы.

2. Краткосрочные цели вместо долгосрочного планирования: большинство предприятий не могут заниматься долгосрочным планированием из-за нестабильной внешней среды, неопределенности будущих экономических условий и частых изменений в законодательстве. Все это создает проблемы при инвестировании инновационных проектов и минимизации рисков.

3. Ориентация на традиционные методы управления: традиционные подходы к управлению, основанные на осторожности и минимизации рисков, препятствуют внедрению новых технологий и методов работы. В результате компании теряют конкурентные преимущества и отстают от лидеров отрасли, активно внедряющих инновации и адаптирующихся к изменениям на рынке.

4. Слабое развитие рынка венчурного и проектного финансирования: ограниченные возможности привлечения капитала для финансирования инновационных проектов и стартапов сдерживают развитие высокотехнологичных отраслей экономики. Это ограничивает потенциал роста и диверсификации экономики, а также снижает уровень предпринимательской активности.

В результате цифровые проекты часто рассматриваются как вспомогательные, а не стратегические инвестиции, несмотря на то, что вложения в цифровые технологии способны обеспечить:

- значительное снижение удельного энергопотребления;
- существенное сокращение технологических потерь;
- повышение прозрачности производственных процессов;
- ощутимый рост экспортной конкурентоспособности.

Даже при наличии существующих ограничений отдельные отечественные компании уже показывают успехи в использовании цифровых технологий.

Так, на ГУП ТАЛКО в рамках программы обновления производства были внедрены элементы системы автоматизированного контроля технологических процессов и энергоменеджмента, направленные на уменьшение энергозатрат в производстве алюминия. По результатам энергоаудита, осуществлённого при поддержке Всемирного банка, было установлено, что предприятие потребляло от 5,48 до 6,46 миллиардов киловатт-часов электроэнергии ежегодно, обеспечивая выпуск от 281 до 361 тысячи тонн алюминия. Эксперты разработали меры по повышению энергоэффективности. Их внедрение позволит ежегодно экономить около 1155 ГВт·ч электричества, что соответствует снижению энергопотребления примерно на 22 % [7].

В энергетическом секторе наблюдаются значительные достижения, особенно в ОАКХ Барки Точик, где в рамках цифровой трансформации были внедрены современные биллинговые системы «Express Client» и «Tajbilling», которые теперь функционируют во всех 64 региональных электрических сетях страны. По официальным данным компании, внедрение автоматизации учета и контроля привело к увеличению собираемости платежей. За первый месяц работы нового подразделения «Таджикэнергосбыт» объем поступлений вырос на 16,5 млн. сомони по сравнению с предыдущим периодом. [6]. Данный положительный эффект на уровне отрасли даёт возможность перейти к анализу региональных аспектов цифровизации экономики.

С учетом изложенного, региональный анализ уровня цифровизации показывает, что в Согдийской области, где сосредоточены свободные экономические зоны (СЭЗ), уровень готовности к внедрению цифровых технологий значительно превышает средние по стране на 30%. [13]. В Хатлонской области, в свою очередь, акцент делается на переработку сельскохозяйственной продукции, что создает необходимость внедрения инновационных решений, таких как «умные теплицы» и системы мониторинга продукции на всех этапах её жизненного цикла - от производства сырья до реализации конечному потребителю.

Развитие региональных цифровых инициатив поддерживается через механизмы финансирования инновационных проектов, реализуемых посредством президентских грантов и организации инвестиционных мероприятий, таких как Душанбинский международный инвестиционный форум. Мероприятия данного формата помогают привлечь инвестиции в экологически устойчивые и цифровые технологии через механизмы государственно-частного партнёрства.

В инвестиционном контексте важное место занимают экспортно-ориентированные отрасли экономики Таджикистана, обладающие большим потенциалом для развития. Реализация их потенциала предполагает комплексную модернизацию производства, внедрение современных цифровых систем управления ресурсами и развитие перерабатывающей инфраструктуры, создающих продукцию с более высокой добавленной стоимостью. В результате обеспечивается не только обновление производственной базы и рост производительности труда, но и структурная диверсификация экспорта, снижение издержек и повышение устойчивости внешнеторговых позиций.

В указанной системе приоритетов металлургия и добывающая промышленность играют важную роль в формировании значительной части валютных поступлений. Однако сохранение сырьевой модели экспорта в данных отраслях, ограничивает потенциал долгосрочного роста национальной экономики.

Информация о ключевых экспортных продуктах металлургии и добывающей промышленности, их доле в отраслевом экспорте, основных рынках сбыта и динамике развития на период с 2025 по 2026 годы приводится в табл.2. Приведенные показатели позволяют оценить инвестиционный потенциал отрасли и направления её структурной трансформации.

Таблица 2 – Основные экспортные продукты металлургии и добывающей промышленности Таджикистана (2025–2026 гг.)

Продукт	Доля в отраслевом экспорте	Основные рынки сбыта	Динамика 2025-2026 г.г.
Драгоценные металлы (золото)	46%	Швейцария, ОАЭ, Китай	Увеличение объемов госрезервов и аффинажа
Алюминий (первичный)	25%	Китай (21,1%), Турция, Узбекистан, страны ЕС	Модернизация ОАО «Талко», переход на местное сырье, рост в 1,6 раза
Металлические концентраты	20%	Китай, Казахстан	Рост добычи сурьмы, меди и цинка

Составлено авторами по источнику [14].

В то же время такие отрасли промышленности, как текстильная и швейная, показывают значительный потенциал для расширения добавленной стоимости и усиления экспортного влияния страны: текстильная отрасль активно переходит к выпуску готовой продукции, что создает новые рабочие места и усиливает возможности выхода на международные рынки (табл.3). Инвестиции в автоматизацию производства, использование цифровых технологий и доступ к международным торговым площадкам усиливают информационную прозрачность поставок и укрепляют конкурентные преимущества Таджикистана.

Таблица 3 – Основные экспортные продукты текстильной и швейной промышленности Таджикистана (2025–2026 гг.)

Продукт	Доля в отраслевом экспорте	Основные рынки сбыта	Динамика 2025-2026 г.г.
Хлопок-волокно	50% (снижается)	Китай, Турция, Иран	Постепенное сокращение экспорта сырья в пользу пряжи
Хлопчатобумажная пряжа	35% (растет)	Россия, Турция, Италия	Создание совместных прядильных фабрик
Готовая одежда / Домашний текстиль	15% (активный рост)	Россия, страны СНГ	Рост заказов через маркетплейсы (Wildberries, Uzum)

Составлено авторами по источнику [14].

Заключение

1. Цифровая трансформация промышленного сектора Республики Таджикистан представляет собой стратегически ориентированный на инвестиции процесс, являющийся ключевым фактором обеспечения долгосрочной конкурентоспособности национальной экономики.

2. Государственная политика создает базовые условия для привлечения капитала в технологическую модернизацию, однако для достижения оптимальных результатов необходимо дальнейшее развитие специализированных финансовых инструментов, направленных на поддержку инновационных проектов.

3. Инвестиционные вложения в цифровые преобразования обладают синергетическим эффектом, способствуя повышению производительности труда, оптимизации производственных затрат и укреплению экспортного потенциала промышленных предприятий.

4. Разработка устойчивой инвестиционной модели цифрового развития должна стать приоритетной задачей промышленной политики Таджикистана на период до 2030 года, что позволит обеспечить устойчивое экономическое развитие и интеграцию в глобальное цифровое пространство.

Рецензент: Ходжахонов А.А. – к.э.н., доцент, зав. кафедрой экономической теории Института мировой экономики и дипломатии МГУПТЭП.

Литература

1. Закон Республики Таджикистан «Об инвестициях» // Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан. – 2016. – № 3.
2. Концепция цифровой экономики в Республике Таджикистан: утверждена Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2019 г., № 642. – Душанбе, 2019.
3. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. – Душанбе, 2016.
4. Кадыров Д. Б. Экономика Таджикистана в условиях цифровой трансформации. – Душанбе: Ирфон, 2022. – 248 с.
5. Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция / пер. с англ. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.
6. Барки Точик: новообразованное подразделение по сбыту уже показало положительные результаты [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «Сангтудинская ГЭС-1». – Режим доступа: sangtuda.com (дата обращения: 15.05.2026).
7. Всемирный банк Digital Central Asia — Tajikistan Country Profile. – Washington, DC, 2023. – Режим доступа: World Bank Reports (дата обращения: 15.05.2026).
8. Как развивается цифровая экономика в Согде? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Narodnaya gazeta (дата обращения: 15.05.2026).
9. К 2027 году доля цифровой экономики увеличится до 10 % ВВП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Narodnaya gazeta (дата обращения: 15.05.2026).
10. Налоговый кодекс Республики Таджикистан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: andoz.tj (дата обращения: 15.05.2026).
11. Об итогах социально-экономического развития Республики Таджикистан и деятельности Министерства экономического развития и торговли Республики Таджикистан в 2025 году. – Душанбе: Министерство экономического развития и торговли Республики Таджикистан, 2025. – Режим доступа: medt.tj (дата обращения: 15.05.2026).
12. Объём грантов для женского предпринимательства в Таджикистане увеличен до 15 млн сомони [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Avesta.tj (дата обращения: 15.05.2026).
13. Развитие экономики – Портал электронного правительства Республики Таджикистан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: egov.tj Narodnaya gazeta (дата обращения: 15.05.2026).
14. Статистическое агентство при Президенте Республики Таджикистан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: stat.tj (дата обращения: 15.05.2026).

15. Эмомали Раҳмон. Выступление на открытии Центра цифрового правительства // Официальный сайт Президента Республики Таджикистан. – 2023. – Режим доступа: president.tj (дата обращения: 15.05.2026).

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

TJ	RU	EN
Рачабова Зарина Солеҳҷоновна	Раджабова Зарина Салидҷановна	Rajabova Zarina Solehjonovna
номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсенти кафедраи менеҷменти истеҳсолӣ	кандидат экономических наук, доцент кафедры производственного менеджмента	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Production Management
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: z_radjabova@mail.ru		
TJ	RU	EN
Шарипова Адолат Бурҳановна	Шарипова Адолат Бурхановна	Sharipova Adolat Burkhanovna
муаллими калони кафедраи менеҷменти истеҳсолӣ	старший преподаватель кафедры производственного менеджмента	Senior lecturer of the Production Management Department
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: adolat.sharipova2016@gmail.com		

УДК: 338:45:330.341.424

DOI: 10.65599/ПИ4337

ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В УСЛОВИЯХ УСКОРЕННОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ

Ф.Б. Усмонзода

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье анализируется динамика промышленного сектора Республики Таджикистан в период 2018–2024 гг. в контексте реализации стратегии ускоренной индустриализации. На основе обработки статистических данных выявлены ключевые закономерности роста производительности труда и динамики инвестиционной активности. С применением метода SWOT-анализа систематизированы внутренние факторы и внешние вызовы, определяющие трансформацию индустриальной модели страны в современных условиях.

Ключевые слова: Республика Таджикистан, индустриализация, производительность труда, прямые иностранные инвестиции, обрабатывающая промышленность, SWOT-анализ, экономический прогноз.

РУШДИ САНОАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ЗАМИНАИ САНОАТКУНИИ БОСУРЪАТ: ТАМОЮЛҶО ВА ОМИЛҶОИ САРМОЯГУЗОРӢ

Ф.Б. Усмонзода

Дар мақола динамикаи рушди саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 2018–2024 мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Дар асоси таҳлили маълумоти омори қонуниятҳои афзоиши маҳсулнокии меҳнат ва фаъолиятҳои сармоягузорӣ муайян карда шудаанд. Муаллиф пешбини рушди соҳа то соли 2030-ро пешниҳод намуда, таҳлили SWOT гузаронидааст ва омилҳои калидии тағйирёбии модели индустриалии кишварро муайян кардааст.

Калидвожаҳо: Ҷумҳурии Тоҷикистон, индустриализатсия, маҳсулнокии меҳнат, сармоягузориҳои мустақими хориҷӣ, саноати коркард, таҳлили SWOT, пешбини иқтисодӣ.

INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN IN THE CONTEXT OF ACCELERATED INDUSTRIALIZATION: TRENDS AND INVESTMENT FACTORS

F.B. Usmonzoda

The article examines the dynamics of industrial development in the Republic of Tajikistan for the period 2018–2024. Based on the analysis of statistical data, the study identifies the patterns of growth in labor productivity and investment activity. The author proposes a forecast for the sector's development up to 2030, conducts a SWOT analysis, and outlines the key factors shaping the transformation of the country's industrial model.

Keywords: Republic of Tajikistan, industrialization, labor productivity, foreign direct investment, manufacturing industry, SWOT analysis, economic forecast.

Введение

Реализация четвертой стратегической цели Республики Таджикистан — ускоренной индустриализации — диктует необходимость глубокого анализа актуальных статистических трендов. В период 2018–2024 гг. промышленный сектор страны вступил в фазу качественной трансформации, характеризующуюся переходом от экстенсивных методов к интенсивному росту. Смена парадигмы с аграрно-индустриальной на индустриально-аграрную модель развития стала ключевым вектором государственной политики, что нашло прямое отражение в представленной статистической выборке.

Методы анализа

В ходе исследования использован комплекс количественных и качественных методов экономического анализа. Теоретическую основу составили принципы системного и институционального подходов к изучению структурных изменений в промышленности. Эмпирическая часть исследования базируется на официальных статистических данных Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан за 2018–2024 гг.

Анализ количественных показателей роста

Правительство Республики Таджикистан осуществляет последовательную экономическую политику, нацеленную на усиление роли промышленности в структуре народного хозяйства. Как отметил в своем Послании от 16 декабря 2025 года Лидер нации, Президент Республики Таджикистан, уважаемый Эмомали Рахмон¹: «С целью достижения одной из национальных стратегических целей — ускоренной индустриализации страны в период ее реализации (2019-2025), то есть за семь последних лет построены и сданы в эксплуатацию более 2600 промышленных предприятий с организацией более чем 87 тысяч рабочих мест. Объем производства продукции сферы минералов с 7,7 миллиарда сомони 2020 года доведен до 27 миллиарда сомони в 2025 году, и рост этого показателя обеспечен в объеме 3,4 раза. Темпы развития сферы промышленности в 2025 году составили 22 процента» [1].

¹ Президент Таджикистана | Послания. <https://president.tj/event/missives/54185>

Анализ статистических данных по динамике числа предприятий и объемов выпуска свидетельствует о фазе активной экспансии промышленного сектора (Таблица 1.):

За рассматриваемый период количество промышленных предприятий увеличилось с 2 161 единицы в 2018 г. до 3 779 единиц в 2024 г., что составляет прирост на 74,8%. Особо интенсивный рост наблюдается в 2022–2023 гг. (прирост на 651 предприятие за год), что коррелирует с упрощением процедур регистрации бизнеса и мерами по поддержке малого и среднего предпринимательства в индустриальном сегменте.

Объем промышленной продукции в ценах 2024 года продемонстрировал устойчивый рост — с 25 236 млн. сомони до 53 873 млн. сомони (+213% в реальном выражении). Темпы роста объема продукции опережают темпы роста количества предприятий, что свидетельствует о процессах концентрации капитала и масштабировании существующих производств [6].

Среднегодовой индекс промышленного производства (ИПП) за период составил около 112%, что является высоким показателем для развивающихся экономик. Пик роста приходится на 2021 г. Индекс 120,8% указывает на компенсаторный эффект после пандемийного 2020 года и ввод в эксплуатацию крупных мощностей в горнорудной и энергетической отраслях.

Критический анализ показателей численности персонала выявляет наиболее интересную академическую проблему:

-стагнация занятости: При росте объемов производства 2,1 раза численность промышленно-производственного персонала увеличилась лишь на 8,4% (с 85,6 до 92,8 тыс. чел.).

-рост производительности труда: Исходя из соотношения объема продукции к численности персонала, мы наблюдаем резкий скачок производительности труда. Если в 2018 г. выработка на одного работника составляла 294,8 тыс. сомони, то к 2023 г. она достигла 513,1 тыс. сомони.

Таблица 1 – Основные показатели, характеризующие промышленность Республики Таджикистан (2018–2024 гг.)

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Число предприятий, единиц	2 161	2 164	2 283	2 397	2 802	3 453	3 779
Объем промышленной продукции в ценах 2024 г., млн. сомони	25 236	28 567	31 081	37 546	41 187	44 894	53 873
Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала, тыс. человек.	85.6	84.2	84.3	85.3	86.3	87.5	92,8
<i>из них рабочих</i>	72.1	73.2	67.7	68.3	71.2	72.2	75,9
Индексы промышленного производства в процентах к предыдущему году	110.6%	113.2%	108.8%	120.8%	109.7%	109.0%	120%

Составлено автором согласно [6]

Первичный анализ статистических данных показывает, что промышленность РТ демонстрирует переход от экстенсивной (за счет привлечения новых рабочих рук) к интенсивной модели развития. Это свидетельствует о глубокой технологической модернизации и автоматизации производственных процессов. Предположительно, следующие факторы определяют развитие промышленности:

1. Государственная стратегия индустриализации: Объявление 2022–2026 годов «Годами развития промышленности» создало благоприятный преференциальный режим (налоговые и таможенные льготы для ввоза оборудования) [2];

2. Энергетический базис: Развитие гидроэнергетики (в частности, ввод новых мощностей) обеспечило промышленность сравнительно дешевой электроэнергией, что критически важно для энергоемких отраслей (алюминиевая, горнорудная);

3. Инвестиции в технологическое обновление: Расхождение между ростом выпуска и стагнацией числа занятых подтверждает приток прямых иностранных инвестиций в высокотехнологичное оборудование, что снизило зависимость от ручного труда;

4. Развитие добывающего кластера: Значительная доля прироста обеспечена добычей полезных ископаемых (золото, серебро, сурьма) и их первичной переработкой, где добавленная стоимость выше, чем в аграрном секторе;

5. Диверсификация малых производств: Взрывной рост количества предприятий при малом изменении общего числа рабочих мест указывает на создание сети малых, технологичных и гибких предприятий (цеха по переработке сельхозпродукции, легкая промышленность).

Таким образом, промышленность Республики Таджикистан в период 2018–2024 гг. продемонстрировала высокую адаптивность к внешним шокам. Ключевой характеристикой периода является качественная трансформация: сектор прирастает не числом рабочих, а эффективностью технологий и количеством новых производственных площадок. Однако для закрепления успеха необходимо обратить внимание на подготовку высококвалифицированных кадров, так как текущая численность персонала может стать «бутылочным горлышком» для дальнейшего роста [3].

При более подробном анализе статистика показывает тревожный разрыв: объем продукции вырос 2,1 раза, а численность персонала — лишь на 8,0%.

Промышленность перестала быть «социальным лифтом». В условиях высокого демографического давления в Республике Таджикистан промышленный сектор не абсорбирует избыточную рабочую силу, которая продолжает уходить в миграцию или неформальный сектор. Это может привести к тому, что рост ВВП не конвертируется в соразмерное снижение уровня бедности и расширение среднего класса.

Как известно, привлечение инвестиций выступает фундаментальным катализатором индустриальной модернизации, обеспечивая не только приток необходимого капитала для обновления основных фондов, но и трансфер передовых технологий и управленческих компетенций [4]. В условиях Республики Таджикистан, где стратегической целью является переход к индустриально-аграрной модели, инвестиции позволяют преодолеть технологическое отставание, повысить конкурентоспособность отечественной продукции на мировых рынках и стимулировать рост производительности труда через автоматизацию производственных процессов. Без устойчивого притока внешних и внутренних вложений невозможно формирование высокотехнологичных кластеров и создание глубоких цепочек переработки сырья, что является залогом долгосрочной экономической устойчивости и суверенитета государства (Таблица 2).

Таблица 2 – Инвестиции по видам экономической деятельности предприятий за 2022–2024 гг. (тыс.

долларов)

	2022		2023		2024	
	Всего	В том числе прямые инвестиции	Всего	В том числе прямые инвестиции (ПИИ)	Всего	В том числе прямые инвестиции
Всего	2576 796,6	618 400,0	2 78375,2	284 076,9	5073827,8	459094,3
в том числе:						
Обрабатывающая промышленность	199 739,9	104 414,9	53 717,6	49 965,3	208709,2	161540,7
Горнодобывающая промышленность и проектирование песчаных шахт	657 242,5	353 610,6	312 746,6	125 540,7	467721,3	211631,2
Строительство	182 393,7	47 594,81	72 050,9	28 159,7	36178,7	7079,6

Таблица составлена автором согласно [7]

Если в 2022 году суммарные инвестиции в добычу и обработку составляли примерно 33,3% от общего объема по стране (\$856,9\$ млн из \$2,57\$ млрд), то к 2024 году ситуация радикально изменилась. В 2024 году общие инвестиции по стране составили \$5,07\$ млрд долларов. Суммарно добыча и обработка аккумулируют уже 13,3% (в

денежном выражении — 676,4 млн. \$). Резкий рост общего показателя «Всего» до 5 млрд. долларов при умеренном росте в промышленности говорит о том, что в 2024 году в стране начались мега-проекты в других секторах (вероятно, энергетическая инфраструктура или транспортные коридоры), которые станут базой для индустрии в будущем [4].

При этом сектор «Строительство» демонстрирует устойчивую регрессию. Падение объема с 182,3 млн. \$ в 2022 году до 36,1млн. \$ в 2024 году (сокращение в 5 раз) показывает, что капитал перетекает из гражданского и инфраструктурного строительства непосредственно в производственные мощности. Инвесторы предпочитают вкладывать в заводы (обработка), а не в строительные компании как таковые. Это признак оздоровления экономики: переход от «пузыря недвижимости» к реальному производству.

При анализе структуры инвестиций выявлена четкая отраслевая ротация капитала. Наблюдается замедление инвестиционной активности в строительном секторе на фоне форсированного притока ПИИ в обрабатывающую промышленность. Это подтверждает переход экономики к стадии индустриальной зрелости, где приоритетом становится создание производственных активов, а не простое расширение инфраструктуры. Однако резкое сокращение инвестиций в строительство может создать дефицит инженерно-технических мощностей, необходимых для реализации будущих промышленных проектов до 2030 года.

Несмотря на рост обработки в 2024 году, добывающий сектор по-прежнему аккумулирует в 2,1 раза больше средств. Инвестиции идут в «простые» переделы (добыча и первичная очистка). Вторичная и третичная переработка (высокая добавленная стоимость) остаются недофинансированными. Экономика сохраняет черты экспортно-сырьевой модели, где прибыль от недр в основном уходит за рубеж в виде дивидендов иностранных инвесторов [7].

Таблица 3 – SWOT-анализ промышленного развития Республики Таджикистан

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Рекордный рост производительности труда. Индекс 181,0% (2024 г.) свидетельствует о высокой эффективности внедряемых технологий.	1. Низкая инклюзивность роста. Рост объемов продукции не сопровождается адекватным созданием новых рабочих мест (стагнация ППП).
2. Дешевая и доступная электроэнергия. Наличие мощного гидроэнергетического базиса снижает себестоимость производства.	2. Технологическая импортозависимость. Критическая доля ПИИ в обработке (77%) указывает на отсутствие собственных разработок.
3. Положительная динамика инвестиций. Взрывной рост вложений в обрабатывающую промышленность в 2024 г. (в 3.9 раза к 2024 г.).	3. Сырьевой перекос. Доминирование добывающего сектора в общем объеме инвестиций по сравнению с высокими переделами.
4. Благоприятный фискальный режим. Адаптация бизнеса к новому Налоговому кодексу создала стимулы для долгосрочного планирования.	4. Фрагментарность. Большое количество мелких предприятий без сформированных производственных кластеров.
Возможности	Угрозы
1. Кластеризация экономики. Создание полных цепочек добавленной стоимости (от добычи руды до производства готовых изделий/сплавов).	1. Волатильность цен на сырье. Зависимость экспортной выручки от мировых котировок на золото, алюминий и медь.
2. Экспортная экспансия в Центральной Азии. Использование региональных логистических коридоров для выхода на рынки соседних стран.	2. Региональная конкуренция. Активная индустриализация в соседних странах (Узбекистан, Казахстан) за привлечение инвесторов.
3. «Зеленая индустриализация». Привлечение международных климатических фондов для модернизации производств под эко-стандарты.	3. Кадровый голод. Риск остановки роста из-за нехватки квалифицированных технических кадров для работы на сложном оборудовании.
4. Локализация производства. Создание сети МСП вокруг крупных ПИИ-проектов для импортозамещения комплектующих.	4. Инфраструктурные ограничения. Риск дефицита пропускной способности дорог и логистических центров при росте выпуска в 2 раза.

Составлено автором на базе данных [6] и [7]

Более того резкий рост числа предприятий (с 2 161 до 3779) при слабом росте занятости указывает на дробление сектора на мелкие единицы. Отсутствие мощных промышленных кластеров. Мелкие предприятия работают изолированно, не создавая синергии «поставщик — производитель — сервис». Последствием может быть низкая конкурентоспособность на внешних рынках из-за отсутствия эффекта масштаба.

Для глубокого академического обобщения и завершения анализа нами подготовлена классическая матрица SWOT, которая позволяет систематизировать сильные и слабые стороны промышленного сектора Таджикистана, а также сопоставить их с внешними возможностями и угрозами.

SWOT- анализ промышленности представляет собой стратегический инструмент комплексной оценки внутреннего потенциала и внешней среды промышленного сектора, позволяющий систематизировать факторы развития по четырём ключевым направлениям: сильные стороны — конкурентные преимущества отрасли, такие как развитая инфраструктура, квалифицированная рабочая сила, наличие сырьевой базы или технологические компетенции; слабые стороны — внутренние ограничения, включая устаревшее оборудование, низкую производительность труда, дефицит кадров или высокую энергоёмкость производства; возможности — внешние благоприятные условия, такие как рост спроса на продукцию, государственная поддержка, выход на новые рынки или внедрение инновационных технологий; угрозы — внешние риски, включая экономическую нестабильность, ужесточение экологических требований, колебания валютных курсов или усиление конкуренции со стороны импорта [5].

Применение SWOT-анализа в промышленном секторе обеспечивает научную обоснованность стратегического планирования, позволяет выявить приоритетные направления модернизации, сформировать механизмы минимизации рисков и разработать комплекс мер по использованию внутренних преимуществ для реализации внешних возможностей, что в конечном итоге способствует повышению конкурентоспособности и устойчивости промышленного развития в долгосрочной перспективе (Таблица 3).

На текущем этапе промышленность Таджикистана находится в зоне «активного роста», но сохраняет высокую долю внешней зависимости. На данном этапе главной стратегической задачей считается трансформация внешних финансовых потоков (ПИИ) во внутренний технологический и человеческий капитал, а также переход от модели «дешевая энергия и иностранный капитал» к модели «технологические кластеры и квалифицированные национальные кадры».

На основе сделанного анализа предлагается следующее:

1. Формирование «Экономики предложения» через локализацию.

С целью создания сети отечественных малых предприятий-сателлитов вокруг крупных заводов обусловить предоставление налоговых льгот для ПИИ обязательством инвестора по локализации производства запчастей и расходных материалов на территории республики в течение 5 лет.

2. Инвестиции в «Индустрию 4.0» и человеческий капитал.

С целью преодоления дефицита квалифицированных кадров, способных работать с ПИИ-технологиями создание государственно-частных центров компетенций. Внедрение ваучерной системы переподготовки кадров: государство оплачивает обучение рабочего новым технологиям, если предприятие повышает ему зарплату.

3. Стимулирование глубокой переработки (Кластеризация).

С целью увеличения добавленной стоимости, остающейся внутри страны, переход от экспорта концентратов к экспорту конечных изделий. Например, в горнорудной отрасли — создание ювелирных и высокотехнологичных производств (сплавы, компоненты электроники). В строительстве — переход от экспорта цемента к производству готовых ЖБИ и сухих смесей.

4. Развитие внутреннего рынка капитала.

С целью обеспечения финансового суверенитета промышленного сектора разработка механизмов внутреннего фондового рынка и проектного финансирования, чтобы снизить долю зависимости от ПИИ с 77% до 40–50% к 2030 году.

Заключение

Современный этап индустриализации Республики Таджикистан характеризуется формированием новой институциональной модели промышленного роста, в которой ключевую роль играют государственная промышленная политика, приток прямых иностранных инвестиций и использование энергетических преимуществ страны.

Текущая модель развития промышленности Таджикистана является эффективной, но неустойчивой. Она базируется на импортных технологиях и внешнем капитале. К 2030

году промышленность Таджикистана имеет все шансы стать ведущим сектором формирования ВВП, обеспечивая свыше 25–30% его объема (согласно целям НСР-2030). Прогноз подтверждает, что страна находится на этапе зрелого индустриального перехода, где ключевым драйвером становится не количество предприятий, а их технологическая оснащенность.

В долгосрочной перспективе устойчивость промышленного роста будет зависеть от способности экономики трансформировать приток иностранного капитала в национальный технологический потенциал. Ключевыми направлениями данной трансформации выступают развитие человеческого капитала, расширение локализации производства и формирование интегрированных цепочек добавленной стоимости внутри страны.

Рецензент: Муқимова Н.Р. – д.э.н., доцент кафедры организации и управления на производстве ТПТУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Послание Президента Республики Таджикистан уважаемого Эмомали Рахмона об основных направлениях внутренней и внешней политики республики, 16.12.2025, г.Душанбе. <https://president.tj/event/missives/54185>;
2. Указ Президента Республики Таджикистан об объявлении 2022-2026 годов «Годами развития промышленности». <https://khovar.tj/rus/2022/01/ukaz-prezidenta-respubliki-tadzhikistan-ob-obyavlenii-2022-2026-godov-godami-razvitiya-promyshlennosti/>. (дата обращения: 08.03.2026 г.)
3. Гатауллин У.А. Проблемы масштабирования процессов технического обслуживания и пути их решения// Вестник науки №2 (95) том 3. С. 660 - 666. 2026 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/28982> (дата обращения: 08.03.2026 г.);
4. Инвестиции как фактор развития экономики страны. Татаринов К.А., Зверев А.Ф., Экономические науки, DOI: 10.26140/anie-2020-0902-0035, 2020.
5. SWOT-анализ: теория и практика применения. <https://cyberleninka.ru/article/n/swot-analiz-teoriya-i-praktika-primeneniya> (дата обращения: 12.03.2026 г.)
6. Промышленность Республики Таджикистан. Статистический сборник. Управление оперативной полиграфии ГВЦ Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, с. 2025;
7. Статистический ежегодник Республики Таджикистан-2025 (официальное издание). Издатель: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан.
8. Бердиева, Н. Х. Роль цифровых технологий в повышении конкурентоспособности промышленности Таджикистана / Н. Х. Бердиева // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – № 2(70). – С. 82-88. – EDN ZUOYYN.

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

TJ	RU	EN
Усмонзода Фатҳиддин Бадриддин	Усмонзода Фатхиддин Бадриддин	Usmonzoda Fathiddin Badriddin
номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент	кандидат экономических наук, доцент	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: fathiddinismonov@mail.ru		

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Т.С. Саидова

Душанбинский филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСИС»

В статье исследуются особенности развития системы нормирования труда в условиях цифровой трансформации экономики. Обосновывается роль нормирования труда как ключевого элемента управления персоналом, обеспечивающего рациональное использование трудовых ресурсов и повышение эффективности трудовой деятельности. Рассматриваются современные цифровые технологии, применяемые в нормировании труда, включая PLM- и ERP-системы, технологии мониторинга рабочего времени и RPA-решения. Показано, что их использование способствует повышению точности установления трудовых норм, автоматизации управленческих процессов и снижению трудозатрат на обработку информации. Особое внимание уделяется интеграции цифровых систем управления производством и формированию единой информационной среды нормирования труда. Анализируются межгосударственные подходы к развитию нормирования труда в рамках СНГ в условиях цифровизации. Сделан вывод о том, что цифровая трансформация выступает ключевым фактором повышения эффективности системы нормирования труда и совершенствования управления трудовыми процессами на предприятии.

Ключевые слова: нормирование труда, цифровая трансформация, управление персоналом, PLM-системы, ERP-системы, RPA, цифровые технологии, автоматизация труда, трудовые ресурсы.

ТАКМИЛИ НИЗОМИ ТАНЗИМИ МЕҲНАТ ДАР ҚОРҲОНА ДАР ЗАМИНАИ РАҚАМИКУНОӢ

Т.С. Саидова

Дар мақолаи мазкур масъалаҳои такмили низомҳои меъёрғузори меҳнат дар заминаи рақамикунонии иқтисодиёт мавриди баррасӣ қарор гирифтаанд. Нақши меъёрҳои меҳнат ҳамчун унсурҳои муҳими идоракунии захираҳои инсонӣ, таъмини истифодаи самараноки захираҳои меҳнатӣ ва баланд бардоштани самаранокии ҷаъолияти қорҳона асоснок қарда мешавад. Технологияҳои муносири рақамӣ, ки дар раванди меъёрғузори меҳнат истифода мешаванд, аз ҷумла системаҳои PLM, ERP, технологияҳои мониторинги вақти қорӣ ва ҳалли RPA, таҳлил қарда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки истифодаи онҳо ба баланд бардоштани дақиқии муқаррар намудани меъёрҳои меҳнат, автоматикунони равандҳои идоракунии ва қошиши ҳарҷоти меҳнатӣ барои қорқарди иттилоот мусоидат мекунад. Таваҷҷуҳи махсус ба ҳамгироии системаҳои идоракунии рақамии истехсолот ва ташкили муҳити ҷонаи иттилоотӣ барои низоми меъёрғузори меҳнат равона қарда шудааст. Равишҳои байналмилалӣ оид ба таҳии меъёрҳои меҳнат дар доираи кишварҳои ИДМ дар шароити рақамикунонии таҳлил қарда мешаванд. Хулоса бароварда мешавад, ки трансформатсияи рақамӣ омили қалидии баланд бардоштани самаранокии низоми меъёрғузори меҳнат ва такмили идоракунии равандҳои меҳнатӣ дар қорҳона мебошад.

Калидвожаҳо: меъёрғузори меҳнат, рақамикуноӣ, идоракунии захираҳои инсонӣ, системаҳои PLM, системаҳои ERP, RPA, технологияҳои рақамӣ, автоматикунони меҳнат, захираҳои меҳнатӣ.

IMPROVEMENT OF THE LABOR STANDARDIZATION SYSTEM AT AN ENTERPRISE IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

T.S. Saidova

This article examines the improvement of labor standardization systems in the context of the digital transformation of the economy. It substantiates the role of labor standards as a key element of human resource management, ensuring the rational use of labor resources and increasing work efficiency. Modern digital technologies used in labor standardization are analyzed, including PLM and ERP systems, working time monitoring technologies, and RPA solutions. It is shown that their application contributes to increased accuracy in establishing labor standards, automation of management processes, and reduction of labor costs for information processing. Particular attention is paid to the integration of digital production management systems and the creation of a unified information environment for labor standardization. Interstate approaches to the development of labor standards within the CIS in the context of digitalization are analyzed. It is concluded that digital transformation is a key factor in increasing the effectiveness of labor standardization systems and improving labor process management at enterprises.

Keywords: labor standards, digital transformation, HR management, PLM systems, ERP systems, RPA, digital technologies, labor automation, labor resources.

Введение

В условиях цифровой трансформации экономики происходит глубокое изменение содержания и методов организации трудовой деятельности на предприятиях. Одним из ключевых направлений этих изменений выступает развитие системы нормирования труда, которая в современных условиях приобретает новые функции, связанные с автоматизацией, цифровым контролем и аналитической обработкой данных о трудовых процессах.

Система нормирования труда традиционно рассматривается как основа научной организации труда, обеспечивающая установление обоснованных затрат рабочего времени, численности персонала и эффективности выполнения производственных операций.

В условиях цифровой трансформации предприятий возрастает значение эффективного управления трудовыми процессами. Как отмечает Каримова З.М., внедрение цифровых технологий приводит к снижению влияния человеческого фактора, повышению прозрачности процессов и усилению требований к организации труда, что, в свою очередь, требует совершенствования подходов к нормированию и управлению трудовыми ресурсами [6].

Особую значимость приобретает внедрение цифровых технологий (ERP-, PLM-систем, RPA, систем мониторинга рабочего времени и аналитики больших данных), которые изменяют не только методы установления трудовых норм, но и саму логику управления трудом на предприятии. В результате формируется новая модель нормирования труда, основанная на непрерывном сборе и анализе данных в реальном времени.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью теоретического и практического осмысления процессов трансформации системы нормирования труда в условиях цифровизации, а также разработки направлений её дальнейшего развития. Целью данной статьи является исследование особенностей развития системы нормирования труда на предприятии в условиях цифровой трансформации и определение направлений её совершенствования.

Материалы и методы исследования

В качестве теоретической и информационной базы исследования использованы научные труды отечественных и зарубежных авторов в области нормирования труда, управления персоналом и цифровой трансформации экономики, а также нормативно-правовые акты, регулирующие трудовые отношения в Республике Таджикистан. Дополнительно использованы статистические материалы и аналитические данные, характеризующие тенденции развития цифровых технологий в сфере управления трудовыми ресурсами.

Методологическую основу исследования составляет сравнительный анализ, применяемый при сопоставлении традиционных и цифровых подходов к нормированию труда, а также при оценке функциональных возможностей PLM-и ERP-систем и технологий мониторинга рабочего времени. Обобщение и логический анализ использованы для выявления ключевых тенденций цифровизации нормирования труда и формирования выводов исследования.

Нормирование труда как основа эффективного управления персоналом

Нормирование труда занимает центральное место в системе организации трудовой деятельности предприятия, выполняя организационную, экономическую, социальную и стимулирующую функции. В современных условиях оно рассматривается как важный инструмент управления персоналом, направленный на установление обоснованных затрат труда, рациональное распределение трудовых функций и повышение эффективности использования трудовых ресурсов.

Правовое регулирование нормирования и оплаты труда в Республике Таджикистан осуществляется в соответствии с Трудовым кодексом Республики Таджикистан, а также нормативно-правовыми актами, регулирующими вопросы занятости, организации труда и цифрового развития экономики [1]. Трудовой кодекс Республики Таджикистан определяет основные принципы организации труда, порядок установления норм труда, формы и системы оплаты труда, а также государственные гарантии в сфере трудовых отношений. В условиях цифровой трансформации экономики возрастает значение совершенствования нормативно-правового регулирования трудовых процессов с учётом внедрения цифровых технологий управления персоналом и автоматизации производственной деятельности.

Нормирование труда охватывает различные аспекты трудовой деятельности и служит основой для планирования, учета и контроля использования трудовых ресурсов. В практике управления персоналом выделяются основные виды норм труда: нормы времени, нормы выработки, нормы обслуживания, нормы численности и нормы управляемости. Их сущностные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные объекты нормирования труда и их характеристика

Объект нормирования	Содержание
Нормы времени	Определяют затраты рабочего времени на выполнение отдельных операций или процессов
Нормы выработки	Устанавливают объем продукции или работ, который должен быть выполнен за единицу времени
Нормы обслуживания	Определяют количество оборудования, рабочих мест или объектов, обслуживаемых одним работником
Нормы численности	Устанавливают необходимое количество работников для выполнения определенного объема работ
Нормы управляемости	Определяют оптимальное количество подчиненных работников, приходящихся на одного руководителя

Источник: составлено автором [11]

Комплексное применение указанных норм обеспечивает научно обоснованное регулирование трудовой деятельности на предприятии, способствует рациональному распределению трудовых функций, снижению непроизводительных затрат рабочего времени и повышению эффективности использования трудовых ресурсов. Кроме того, нормирование труда выступает механизмом оптимизации численности персонала и формирования устойчивой системы управления трудом.

В современных условиях развитие системы нормирования труда тесно связано с процессами цифровой трансформации, оказывающими существенное влияние на методы установления и контроля трудовых нормативов.

Применение информационных технологий в нормировании труда

Цифровая трансформация экономики существенно расширяет возможности совершенствования системы нормирования труда на предприятиях [3]. В научной литературе отмечается, что внедрение информационных технологий позволяет повысить точность установления норм труда и сократить трудоёмкость их расчёта.

Так, Березин В.В. указывает, что информационные технологии могут применяться в следующих направлениях: анализе состояния нормирования труда, изучении затрат рабочего времени посредством хронометражных наблюдений и фотографии рабочего времени, разработке нормативных материалов, автоматизации расчётов норм труда, определении норм обслуживания и численности, а также формировании единой базы норм труда для целей управления производством [4].

Практическая реализация указанных направлений осуществляется посредством внедрения специализированных цифровых платформ и корпоративных информационных систем. Наиболее распространёнными решениями в данной сфере являются PLM-системы (Product Lifecycle Management), обеспечивающие разработку технологических процессов и нормативов труда, а также ERP-системы (Enterprise Resource Planning), предназначенные для планирования производственных ресурсов, учёта трудозатрат и контроля выполнения производственных заданий [19]. Совместное использование PLM- и ERP-систем формирует единую цифровую среду управления трудовыми процессами, обеспечивающую интеграцию разработки норм труда, планирования производства и контроля выполнения трудовых операций персоналом. Основные функции указанных систем в процессе нормирования труда представлены в таблице [15].

Таблица 2 – Роль PLM- и ERP-систем в цифровом нормировании труда

Система	Основные функции	Роль в нормировании труда
PLM-система (Teamcenter)	Проектирование технологических процессов; формирование нормативов времени; хранение технологической документации.	Обеспечивает разработку и расчет норм труда на этапе подготовки производства.
ERP-система (SAP ERP)	Планирование производства; учёт трудозатрат; контроль выполнения производственных заданий.	Использует нормы труда для оперативного управления производством и персоналом.
ERP/HRM система (1C: ЗУП КОП)	Учёт рабочего времени; расчёт заработной платы; кадровое делопроизводство; формирование отчётности.	Обеспечивает автоматизацию учёта фактических трудозатрат и их привязку к системе оплаты труда.
Интеграция PLM и ERP	Обмен данными между системами; автоматизация передачи нормативов.	Формирует единую цифровую систему управления трудовыми процессами.

Источник: составлено автором на основе анализа открытых научных источников и публикаций [13-15]

Интеграция PLM- и ERP-систем обеспечивает формирование единого цифрового контура управления трудовыми процессами, повышая согласованность планирования производства и нормирования труда.

Полученные данные свидетельствуют, что цифровые системы управления производством обеспечивают комплексную автоматизацию процессов нормирования труда. Их интеграция повышает точность расчёта трудовых нормативов, ускоряет обработку управленческой информации и усиливает эффективность планирования и контроля трудовых ресурсов [15]. В условиях цифровой трансформации экономики это формирует основу для развития интеллектуальных систем управления трудовыми процессами и обуславливает переход к новым подходам установления трудовых нормативов.

В системе нормирования труда важную роль играют цифровые технологии мониторинга рабочего времени, включая системы контроля и управления доступом (СКУД), тайм-трекеры (англ. time tracker) и программное обеспечение для анализа активности работников. Их функциональные характеристики и значение для нормирования труда представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Цифровые технологии мониторинга рабочего времени и их роль в нормировании труда

Технология	Основные функции	Значение для нормирования труда
Тайм-трекеры	Учёт времени выполнения задач	Анализ трудозатрат
СКУД	Контроль присутствия работников	Автоматизация учёта рабочего времени
ПО мониторинга активности	Анализ использования приложений и ресурсов	Выявление непродуктивных затрат рабочего времени

Источник: составлено автором на основе анализа открытых научных источников и публикаций [16–17]

Использование цифровых технологий мониторинга рабочего времени обеспечивает переход от выборочного контроля к непрерывному анализу трудовой активности работников, повышая объективность оценки трудовых затрат. Это способствует более точному учёту рабочего времени, снижению его потерь и повышению обоснованности установления трудовых норм, что в целом трансформирует систему нормирования труда и подходы к её организации.

Новосёлова Е.Г. отмечает, что регламентация бизнес-процессов выступает исходным этапом их цифровизации и последующей трансформации системы управления. При этом изменяются требования к персоналу, возрастает внутренняя мобильность работников и трансформируется содержание трудовых функций [8].

Дополнительным направлением цифровизации нормирования труда является внедрение программных роботов (RPA - Robotic Process Automation), предназначенных для автоматизации формирования графиков рабочего времени и типовых управленческих операций [9]. По мнению Крымова П.В., использование RPA-технологий позволяет сократить трудозатраты, ускорить разработку графиков работы и минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором. В практической деятельности такие системы применяются для подготовки отчётности, обработки документации, планирования расписаний и выполнения стандартных административных процедур [7].

Автоматизация обработки данных усиливает контроль соблюдения трудового законодательства и повышает эффективность производственных процессов, что особенно актуально в условиях роста доли интеллектуального труда и цифровизации экономики.

Важным направлением цифровизации нормирования труда является автоматизация анализа затрат рабочего времени на основе хронометражных наблюдений, фотографии рабочего дня и данных производственных информационных систем. Филина А.А. и Новосёлова О.В. отмечают, что цифровизация систем менеджмента качества способствует снижению трудоёмкости операций, оптимизации временных затрат и повышению производительности труда [12].



Рисунок 1 – Внедрение цифровых технологий в систему нормирования труда [12]

Представленный рисунок 1 отражает комплексный характер внедрения цифровых технологий в систему нормирования труда. Ключевыми эффектами являются автоматизация расчётов, повышение точности нормирования и интеграция данных о трудовых процессах в единую информационную систему предприятия. Это обеспечивает сокращение трудозатрат на расчёты, повышение оперативности управленческих решений и снижение вероятности ошибок при установлении трудовых норм.

С целью оценки практической эффективности цифровизации системы нормирования труда проведён сравнительный анализ основных показателей до и после внедрения цифровых технологий. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка эффективности цифровизации нормирования труда*

Показатель	До цифровизации	После цифровизации	Эффект
Время расчёта норм труда	значительные временные затраты	сокращённые временные затраты	снижение на 40–60%
Ошибки нормирования	8–12%	2–4%	снижение в 2–3 раза
Учёт рабочего времени	преимущественно ручной	автоматизированный	переход к цифровому учёту
Скорость формирования отчётности	низкая	высокая	в режиме реального времени
Доля автоматизации процессов	10–20%	70–90%	существенный рост уровня автоматизации

Источник: составлено автором на основе обобщения научных публикаций и экспертной оценки эффектов внедрения цифровых технологий в систему нормирования труда [3, 9]

Показатели, представленные в таблице 4, сформированы на основе обобщения результатов научных исследований и аналитических публикаций в области цифровизации управления трудовыми процессами, а также экспертной оценки типовых эффектов внедрения ERP-, PLM- и RPA-систем в практике управления персоналом. Представленные значения отражают усреднённые диапазоны изменений показателей, характерные для предприятий, находящихся на различных стадиях цифровой трансформации.

Анализ представленных данных показывает, что внедрение цифровых технологий в процессы нормирования труда способствует сокращению времени расчёта трудовых нормативов в среднем на 40–60%, снижению количества ошибок нормирования в 2–3 раза и повышению уровня автоматизации управленческих процессов до 70–90%. Это подтверждает значительный потенциал цифровых инструментов в сфере управления трудовыми ресурсами и обосновывает необходимость их дальнейшего внедрения на предприятиях Республики Таджикистан.

В настоящее время в Республике Таджикистан процессы цифровизации наиболее активно реализуются в таких сферах, как налоговое администрирование, банковские услуги, транспорт и торговля. К числу значимых цифровых сервисов относятся: электронная подача налоговой отчетности, система «Единое окно» для сопровождения

экспортно-импортных операций, а также цифровые банковские платформы. Среди финансовых институтов, внедряющих подобные решения, можно выделить ОАО «Алиф Банк», ЗАО «Международный банк Таджикистана», ЗАО «Фридом Банк Таджикистан», ОАО «Ориёнбанк» и ОАО «Сберегательный банк Республики Таджикистан «Амонатбанк»».

Отдельные элементы цифровизации демонстрируют конкретные измеримые эффекты для трудовых процессов. Например, внедрение RPA-технологий (роботизированной автоматизации процессов) в ОАО «Банк Эсхата» [20] позволяет автоматизировать рутинные учетные операции, а развитие полностью цифровых сервисов в ЗАО «Фридом Банк Таджикистан» способствует сокращению времени обслуживания клиентов и снижению доли ручного труда [23].

В совокупности расширение применения цифровых технологий в финансовом и сервисном секторах создает институциональные и технологические предпосылки для трансформации организационно-трудовых процессов. Это выражается в повышении уровня автоматизации, снижении трудоемкости учетно-аналитических операций и формировании условий для перехода от традиционных методов нормирования труда к цифровым системам управления, основанным на обработке данных в режиме реального времени.

Как отмечает Каримова З.М., высокая трудоемкость отраслей с преобладанием ручного труда и значительная зависимость от человеческого фактора обуславливают повышенную чувствительность данных отраслей к вопросам организации и нормирования трудовых процессов. Это, в свою очередь, актуализирует необходимость совершенствования методов управления трудовыми ресурсами в условиях цифровизации [5, 20].

Указанные тенденции создают основу для перехода от общего анализа цифровизации экономики к рассмотрению конкретных примеров внедрения цифровых систем учёта трудовых процессов на промышленных предприятиях Республики Таджикистан.

Наиболее показательным примером цифровой трансформации учёта трудовых процессов на промышленном предприятии Республики Таджикистан является ООО «Текстиль Таджикистан» - крупная производственная компания по выпуску инновационных тканей и швейной продукции. Численность персонала составляет 2 000 человек, в организационную структуру входят 6 юридических лиц [22].

Внедрение ERP/HRM-системы на базе 1С:ЗУП КОРП, с трудозатратами 3907 чел.-час., позволило сократить трудозатраты в подразделениях на 15%, ускорить получение регламентированной отчётности на 50%, управленческой - на 40%, а также снизить операционные и материальные расходы на 5% по каждому из направлений (рис.2) [22].



Рисунок 2 – Основные эффекты внедрения ERP/HRM-системы (1С:ЗУП КОРП) в ООО «Текстиль Таджикистан» [22]

Для количественной оценки эффективности внедрения ERP/HRM-системы (1С:ЗУП КОРП) используется коэффициент сокращения трудоёмкости нормирования (K_s):

$$K_s = \frac{T_{до} - T_{после}}{T_{до}} \times 100\%$$

где:

$T_{до}$ - трудозатраты на учётно-нормировочные операции до внедрения (оценочно - 6 500 чел./час.);

$T_{после}$ - фактические трудозатраты после внедрения (3 907 чел./час.).

Подставляя значения, получаем:

$$K_s = \frac{6\,500 - 3\,907}{6\,500} \times 100\% \approx 40\%$$

Таким образом, внедрение ERP/HRM-системы на базе 1С:ЗУП КОРП в ООО «Текстиль Таджикистан» позволило сократить трудоёмкость учётных процессов, связанных с нормированием труда, на 40% (см. формулу). Дополнительно отмечается снижение погрешности учёта рабочего времени и расчёта трудовых норм с 10–12% до 3–5%, что означает сокращение ошибки в 2–3 раза.

Полученные результаты подтверждают, что цифровая трансформация учёта трудовых процессов создаёт технологическую основу для развития системы нормирования труда на промышленных предприятиях Республики Таджикистан: обеспечивается автоматизация учёта фактических трудозатрат, формируется база для анализа выполнения трудовых норм и снижаются непроизводительные затраты рабочего времени.

Вместе с тем результативность системы нормирования труда тесно связана с экономическими показателями трудовой деятельности, одним из важнейших среди которых является уровень оплаты труда работников. В этой связи для оценки влияния организационно-экономических факторов на эффективность использования трудовых ресурсов представляется целесообразным проанализировать динамику среднемесячной заработной платы по видам экономической деятельности. Данный показатель отражает уровень оплаты труда, выступает косвенным индикатором производительности труда и позволяет выявить отраслевые различия в эффективности использования трудовых ресурсов [2].

Для более детального анализа динамики оплаты труда и выявления отраслевых различий в уровне заработной платы рассмотрим показатели среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников по видам экономической деятельности. Соответствующие данные приведены в таблице 5, анализ которой позволяет оценить отраслевую дифференциацию оплаты труда в контексте цифровой трансформации экономики Таджикистана.

Таблица 5 – Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников предприятий и организаций по видам экономической деятельности (сомони)

Вид	2020	2021	2022	2023	2024	Темп роста, %	Темп прироста, %
Всего по видам деятельности	1393,78	1540,84	1760,29	2013,11	2310,21	165,5%	65,5%
Сельское хозяйство, охота и лесоводство	572,79	633,91	716,16	811,73	857,43	150%	50%
Горнодобывающая промышленность	2546,63	2840,75	3395,17	3646,93	4139,03	162,5%	62,5%
Обрабатывающая промышленность	1698,28	1995,53	2208,07	2373,39	2470,24	145,5%	45,5%
Строительство	2403,84	2452,67	2708,81	3004,25	3072,36	127,8%	27,8%
Транспортная деятельность	1557,65	1922,47	2395,39	2778,72	3137,28	201,4%	101,4%
Образование	1117,60	1247,46	1386,36	1645,79	2024,22	181,1%	81,1%
Здравоохранение и социальные услуги	977,22	1023,12	1141,48	1344,74	1691,82	173,1%	73,1%

Источник: составлено автором [10]

Выявленная межотраслевая дифференциация заработной платы свидетельствует о различиях в уровне производительности труда и степени внедрения цифровых технологий в различных секторах экономики. Анализ данных таблицы 5 показывает

устойчивый рост среднемесячной заработной платы по всем видам экономической деятельности в 2020–2024 гг. В целом по экономике показатель увеличился с 1393,78 сомони до 2310,21 сомони, что отражает повышение уровня оплаты труда и усиление экономической активности [10].

Наиболее высокие темпы роста наблюдаются в транспортной и социальной сферах (образование, здравоохранение), что связано с увеличением значимости человеческого капитала и расширением спроса на данные виды услуг. В горнодобывающей и обрабатывающей промышленности сохраняется относительно высокий уровень заработной платы, обусловленный капиталоемкостью и технологичностью отраслей.

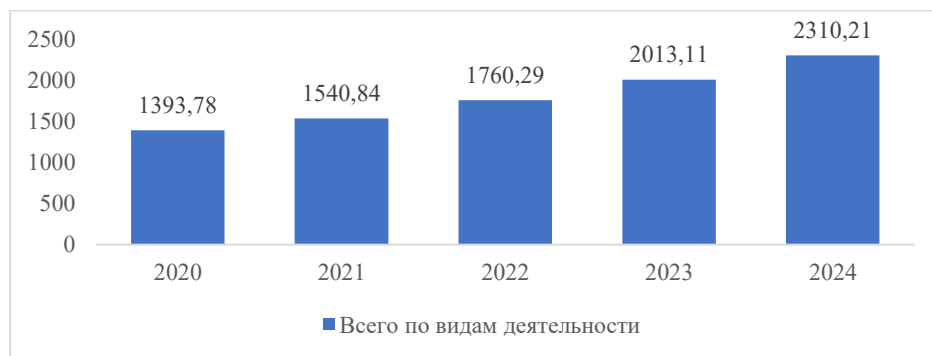


Рисунок 2 – Динамика среднемесячной заработной платы в экономике Республики Таджикистан за 2020–2024 гг., сомони [10]

Таким образом, наблюдается межотраслевая дифференциация оплаты труда при общей положительной динамике её роста, что важно учитывать при оценке эффективности использования трудовых ресурсов и развитии системы нормирования труда.

Для визуализации общей динамики изменения уровня оплаты труда в экономике использована графическая интерпретация показателя среднемесячной заработной платы (рисунок 2).

Графический анализ (рис.2) подтверждает устойчивую тенденцию роста заработной платы в рассматриваемый период и сохраняющуюся межотраслевую дифференциацию уровней оплаты труда. Выявленная динамика оплаты труда непосредственно связана с процессами совершенствования организации и нормирования труда в условиях цифровизации экономики. Внедрение цифровых технологий управления производственными и трудовыми процессами способствует повышению производительности труда, сокращению непроизводительных затрат рабочего времени и более точному определению трудовых нормативов, что оказывает влияние на уровень оплаты труда работников. В отраслях с более высокой степенью цифровизации и автоматизации наблюдаются более высокие показатели заработной платы, что обусловлено ростом эффективности использования трудовых ресурсов и повышением требований к квалификации персонала. Таким образом, развитие системы нормирования труда в условиях цифровой трансформации выступает одним из факторов повышения результативности трудовой деятельности и совершенствования механизмов материального стимулирования работников.

Цифровизация нормирования труда в государствах

Исследование свидетельствует, что развитие системы нормирования труда в условиях цифровизации приобретает межгосударственный характер в рамках СНГ и относится к числу приоритетных направлений развития трудовых отношений. 2 октября 2025 года в Минске состоялось заседание экспертной группы государств – участников СНГ по согласованию проектов плана мероприятий по реализации Концептуальных основ сотрудничества в области нормирования труда на 2026–2030 годы. В работе заседания приняли участие представители Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, России, Таджикистана, Узбекистана и Исполнительного комитета СНГ. Рассматриваемые документы направлены на формирование единых методических и организационных

подходов к развитию системы нормирования труда с учётом процессов цифровизации экономики и повышения эффективности управления трудовыми ресурсами. Это подтверждает необходимость гармонизации национальных систем нормирования труда и развития единых цифровых решений в данной сфере [18].

Для Республики Таджикистан участие в данных процессах имеет стратегическое значение, поскольку способствует унификации методологических подходов к нормированию труда и внедрению цифровых стандартов управления трудовыми ресурсами.

Выводы и рекомендации

Проведённое исследование позволило установить, что в условиях цифровизации экономики система нормирования труда претерпевает качественную трансформацию и эволюционирует от традиционного расчётного инструмента к цифровой аналитико-управленческой модели, основанной на непрерывном сборе, обработке и анализе данных о трудовых процессах.

Выявлено, что внедрение цифровых технологий (ERP-, PLM-систем, RPA-решений, инструментов мониторинга рабочего времени) способствует повышению точности установления трудовых норм, снижению трудоёмкости нормирования, сокращению непроизводительных затрат рабочего времени и повышению прозрачности трудовых процессов. Это обеспечивает совершенствование системы управления персоналом и повышение эффективности организационно-экономических решений за счёт более обоснованного планирования и контроля трудовых ресурсов.

На основе результатов исследования определены следующие направления развития системы нормирования труда:

1. Совершенствование методологической базы нормирования труда с учётом перехода к цифровым моделям управления трудовыми процессами.
2. Расширение применения цифровых технологий (ERP-, PLM-, RPA-систем, средств мониторинга рабочего времени) в процессах установления и контроля трудовых норм.
3. Внедрение систем цифровой аналитики труда, обеспечивающих объективную оценку производительности и оперативный контроль трудовых ресурсов в режиме реального времени.
4. Формирование интегрированной цифровой системы управления трудом, объединяющей функции нормирования, планирования и контроля.

Научная новизна исследования заключается в разработке подхода к трансформации системы нормирования труда в условиях цифровизации, рассматривающего её как динамическую цифровую аналитико-управленческую систему, интегрированную с корпоративными информационными платформами (ERP-, PLM-системами) и технологиями автоматизации процессов (RPA). Предложенный подход обеспечивает переход от статических трудовых нормативов к адаптивному управлению трудовыми процессами на основе анализа данных в режиме реального времени.

Реализация предложенных направлений создаёт условия для повышения научной обоснованности норм труда, рационализации использования трудовых ресурсов и повышения адаптивности предприятий к условиям цифровой экономики.

Рецензент: Джураева Дж.Х. — к.э.н., доцент кафедры «Производственный менеджмент» ПИЛУ им. академика М.С. Осими.

Литература

1. Трудовой Кодекс Республики Таджикистан от 23 июля 2016 года, № 1329. (с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.02.2026 г.).
2. Байматова М.М. Бюджетная система оплаты труда на предприятиях и её особенности. Сборник трудов по материалам республиканского научно-практического семинара «Проблемы и пути решения села, туризма и народных ремесел, 2019-2021» (11-12 мая 2018 г.). – Душанбе: «Ирфон», 2018.-С.129-132.
3. Богатырева И.В., Илюхина Л.А. Корпоративное управление нормированием труда на предприятии в условиях цифровой модернизации // Экономика труда. 2020. №10. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/korporativnoe-upravlenie-normirovaniem-truda-na-predpriyatii-v-usloviyah-tsifrovoy-modernizatsii> (дата обращения: 03.05.2026).

4. Березин В.В. Информационные технологии в нормировании труда // Human Progress. 2017. №8. <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-normirovanii-truda> (дата обращения: 10.05.2026).

5. Каримова, З. М. Цифровая трансформация и её влияние на экономическую безопасность строительного сектора / З. М. Каримова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – № 4(72). – С. 70-76. – DOI 10.65599/EWDA5052. – EDN DZFLLD.

6. Каримова, З. М. Роль строительной отрасли в создании рабочих мест и обеспечении экономической безопасности в регионах Таджикистана / З. М. Каримова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – № 4(72). – С. 55-62. – DOI 10.65599/MDAR4710. – EDN CZXXHR.

7. Крымов П.В. Новые технологии как инструмент нормирования графиков рабочего времени / П.В. Крымов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2025. — № 45 (596). — С. 96-97. <https://moluch.ru/archive/596/129862> (дата обращения: 02.05.2026).

8. Новоселова Е.Г. Изменение роли труда как эффект цифровой трансформации производства // Векторы благополучия: экономика и социум. 2025. №1 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-rol-truda-kak-effekt-tsifrovoy-transformatsii-proizvodstva> (дата обращения: 10.05.2026)

9. Роботизация бизнес-процессов с помощью RPA [Электронный ресурс]. URL: <https://rpa-robin.ru/blog/robotizaciya-biznes-processov/> (дата обращения: 10.05.2026).

10. Статистический ежегодник 2025 // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2025. 442 с.

11. Тихомирова Т.П. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии [Текст]: учеб. пособие / Т.П. Тихомирова, Е.И. Чучалова. – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос.гос.проф.-пед.ун-т», 2008. – 185 с. <https://elar.uspu.ru/bitstream/ru-uspu/1287/1/978-5-8050-0339-5.pdf> (дата обращения: 30.04.2026).

12. Филина А.А. Трансформация роли персонала при цифровизации системы менеджмента качества вследствие управления нормированием труда / А.А. Филина, О.В. Новоселова // Перспективы развития двигателестроения: материалы междунар. науч.-техн. конф. им. Н.Д. Кузнецова (18–20 июня 2025 г.). — Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2025. — С. 365-367. <https://repo.ssau.ru/handle/Perspektivy-razvitiya-dvigatelsestroeniya/Transformaciya-rol-personala-pri-cifrovizacii-sistemy-menedzhmenta-kachestva-vsledstvie-upravleniya-normirovaniem-truda-116704?mode=full> (дата обращения: 10.05.2026).

13. Teamcenter Integration for SAP - PLM Nordic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.plmnordic.com/teamcenter-sap-integration/> (дата обращения: 10.05.2026).

14. Интеграция TeamCenter с SAP S_4HANA – Teamcenter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.sw.siemens.com/teamcenter/integration-of-teamcenter-with-sap-s-4hana/> (дата обращения: 10.05.2026).

15. Бесшовная интеграция_ как связать PDM_PLM с ERP-системой предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.1cbit.ru/blog/besshovnaya-integratsiya-kak-svyazat-pdm-plm-s-erp-sistemoy-predpriyatiya/?utm_referrer=https%3A%2F%2Falice.yandex.ru%2F (дата обращения: 11.05.2026).

16. Что такое Тайм-трекер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://weeek.net/ru/glossary/time-tracker> (дата обращения: 11.05.2026).

17. СКУД контроль доступа для большей безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/832214/> (дата обращения: 12.05.2026)

18. В СНГ эксперты согласовали проект Плана основных мероприятий по реализации Концептуальных основ сотрудничества в области нормирования труда на 2026–2030 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2025/october/90367/> (дата обращения: 12.05.2026)

19. PLM-системы_ что такое управление жизненным циклом продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://korusconsulting.ru/infohub/plm-sistemy-product-lifecycle-management/> (дата обращения: 14.05.2026)

20. Банк «Эсхата»: «Цифровизация — не тренд, а необходимость» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asiaplus.news/2025/07/22/bank-eskata-czifrovizaciya-ne-trend-a-neobhodimost/> (дата обращения: 22.05.2026).

21. Цифровая трансформация HR-процессов ООО "Текстиль Таджикистан": адаптация 1С:ЗУП КОРП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eawards.1c.ru/projects/cifrovaya-transformaciya-hr-processov-btk-tekstil--adaptaciya-1s-zup-korp-326915/> (дата обращения: 22.05.2026).

22. Частным клиентам – Freedom Bank [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.freedombank.tj/clients> (дата обращения: 22.05.2026).

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

TJ	RU	EN
Саидова Тахмина Садридиновна Муаллими калон	Саидова Тахмина Садридиновна Старший преподаватель	Saidova Takhmina Sadridinovna Senior Lecturer
Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқоти технологӣ «МИСИС» дар ш. Душанбе	Душанбинский филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСИС», г. Душанбе	Dushanbe Branch of National University of Science and Technology MISIS, Dushanbe
E-mail: takhminas07@gmail.com		

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТАДЖИКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Н.Х. Бердиева

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье анализируются особенности формирования конкурентных преимуществ промышленного сектора Республики Таджикистан в условиях цифровой трансформации. Рассматриваются ключевые тенденции развития промышленности за 2010–2024 гг., включая динамику производства, инвестиций, производительности труда и международных индексов конкурентоспособности. Показано, что промышленный сектор развивается при сохранении значительных структурных и технологических ограничений. Конкурентные преимущества в основном носят традиционный характер и не обеспечивают устойчивого долгосрочного роста. Отмечается неравномерность процессов цифровизации и их начальный уровень развития. Подчеркивается необходимость технологической модернизации, расширения цифровых технологий, развития человеческого капитала и усиления инвестиционной активности для повышения конкурентоспособности промышленности.

Ключевые слова: промышленность, конкурентоспособность, цифровая трансформация, инвестиции, инновации, Таджикистан.

ТАҶИҚИ БАРТАРИҶОИ РАҚОБАТПАЗИРИИ КОРХОНАҶОИ САНОАТИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ШАРОИТИ РАҚАМИСОЗӢ

Н.Х. Бердиева

Дар мақола хусусиятҳои ташаккули бартариҳои рақобатпазирии бахши саноатии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар шароити рақамисозӣ таҳлил карда мешаванд. Тамоюлҳои асосии рушди саноат дар солҳои 2010–2024, аз ҷумла динамикаи истеҳсолот, сармоягузориҳо, ҳосилонокии меҳнат ва нишондиҳандаҳои байналмилалӣ рақобатпазирӣ баррасӣ мегарданд. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки саноат дар шароити маҳдудиятҳои соҳторӣ ва технологӣ рушд мекунад. Бартариҳои рақобатӣ асосан хусусияти анъанавӣ доранд ва рушди устувори дарозмуддатро таъмин намеkunанд. Равандҳои рақамисозӣ нобаробар буда, дар марҳилаи ибтидоӣ қарор доранд. Зарурати навсозии технологӣ, густариши технологияҳои рақамӣ, рушди сармояи инсонӣ ва тақвияти сармоягузорӣ барои баланд бардоштани рақобатпазирии саноат таъкид мегардад.

Каливожаҳо: саноат, рақобатпазирӣ, рақамисозӣ, сармоягузорӣ, инноватсия, Тоҷикистон.

STUDY OF COMPETITIVE ADVANTAGES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN TAJIKISTAN UNDER CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION

N.H. Berdieva

The article analyzes the formation of competitive advantages in the industrial sector of the Republic of Tajikistan under conditions of digital transformation. It examines key development trends in industry over 2010–2024, including production dynamics, investment flows, labor productivity, and international competitiveness indices. The findings show that the industrial sector is developing while maintaining significant structural and technological constraints. Competitive advantages remain mainly traditional and do not ensure sustainable long-term growth. Digitalization processes are uneven and remain at an early stage of development. The study emphasizes the need for technological modernization, expansion of digital technologies, development of human capital, and increased investment activity to enhance industrial competitiveness.

Keywords: industry, competitiveness, digital transformation, investment, innovation, Tajikistan.

Введение

Промышленный сектор исторически выступает одним из ключевых структурообразующих элементов национальной экономики, обеспечивая макроэкономическую стабильность, формирование доходной базы государства, расширение занятости и последовательное повышение уровня жизни населения. Именно промышленность задаёт темп технологического обновления экономики, определяет её экспортный потенциал и в значительной мере формирует условия для долгосрочного роста.

В современных условиях, когда цифровая трансформация охватывает всё новые сферы хозяйственной деятельности, а конкуренция на мировых рынках неуклонно обостряется, способность промышленных предприятий осваивать инновационные и цифровые решения превращается из желательного преимущества в необходимое условие выживания. Страны и отрасли, не успевающие за технологическими сдвигами, рискуют оказаться на периферии глобальных производственных цепочек, утратив позиции, которые прежде держались на традиционных факторах - природных ресурсах, низких издержках труда или географической близости к рынкам сбыта.

Таджикистан сталкивается с этой проблемой острее, чем многие другие страны региона. Промышленный сектор республики располагает значительными резервами роста, однако воспользоваться ими в полной мере пока не удаётся. Причины тому разные: сохраняющиеся структурные диспропорции, устаревшая технологическая база,

слабое вовлечение предприятий в процессы цифровой трансформации. Всё это тормозит развитие отрасли и не позволяет раскрыть её реальный потенциал.

В этих условиях возникает закономерный вопрос: какое место занимает таджикская промышленность в современной конкурентной среде и что мешает ей двигаться вперёд? Ответ на него важен не только с теоретической точки зрения. Он имеет прямое практическое значение для тех, кто принимает решения в сфере экономической политики.

Таким образом, исследование конкурентных позиций промышленности Таджикистана, анализ сдерживающих факторов и поиск путей повышения её конкурентоспособности в контексте цифровой экономики - задача, актуальная как для науки, так и для хозяйственной практики.

Материалы и методы исследования

В качестве информационной базы исследования использованы официальные статистические данные Республики Таджикистан за 2010-2024 годы, материалы государственных органов, а также международные базы данных и рейтинги, отражающие показатели промышленного развития, инвестиционной активности, производительности труда и цифровизации.

Методологическую основу составили методы сравнительного, статистического и динамического анализа, с помощью которых были выявлены тенденции развития промышленного сектора и прослежены изменения его конкурентных позиций во времени. Для более детального изучения отраслевых пропорций и выявления движущих сил наблюдаемых изменений в работе использовались элементы структурного и факторного анализа. При исследовании глобальных индексов конкурентоспособности и цифрового развития применялся метод международных сопоставлений, благодаря которому национальные показатели были соотнесены с данными по другим государствам и получили объективное сравнение.

Оценка конкурентных преимуществ индустрии в условиях цифровой трансформации

Цифровизация производства открывает реальные возможности для технологического обновления промышленности. Она помогает предприятиям работать эффективнее, выпускать продукцию более высокого качества, сокращать издержки и выходить на внешние рынки. В конечном счёте всё это укрепляет позиции национальной экономики на международном уровне. Именно поэтому государственная политика, нацеленная на внедрение современных технологий и поддержку цифровых преобразований, сегодня приобретает особое значение.

Вместе с тем картина не столь однозначна. Несмотря на определённые успехи последних лет, промышленный сектор Таджикистана по-прежнему испытывает серьёзные трудности. Большинство отечественных предприятий заметно уступает зарубежным конкурентам по уровню технической оснащённости. Производственная структура остаётся слабо диверсифицированной - страна по-прежнему зависит от ограниченного круга отраслей. Отдельного внимания заслуживает низкая готовность предпринимателей к работе с цифровыми инструментами. Это не столько вопрос желания, сколько вопрос доступа к знаниям, финансовым ресурсам и соответствующей инфраструктуре.

Перечисленные проблемы взаимосвязаны и усиливают друг друга. Преодолеть их в отдельности крайне сложно - необходим комплексный подход, сочетающий технологическую модернизацию, развитие кадрового потенциала и целенаправленную государственную поддержку. Вместе с тем отрасль, включая добычу сырья, переработку и энергоснабжение, сохраняет роль несущей конструкции национальной экономики и остаётся одним из главных условий долгосрочного развития государства.

Именно поэтому изучение того, каким образом промышленные предприятия формируют и удерживают конкурентные преимущества в ходе цифровой трансформации, представляет сегодня особый научный и практический интерес. Для выявления тенденций развития отрасли и оценки изменений ключевых показателей за период 2011-2024 гг. представляется целесообразным анализ данных, приведённых в таблице 1, характеризующей структуру промышленного производства и уровень технологического развития предприятий.

В 2011-2024 гг. промышленный сектор Республики Таджикистан характеризуется расширением производственной базы и ростом деловой активности. Количество предприятий увеличилось более чем в 2,5 раза - с 1 473 до 3 779 единиц, при этом основной вклад обеспечила обрабатывающая промышленность (с 1 348 до 3 241), что подтверждает её ключевое значение для национальной экономики. Параллельно развивается добывающий сектор и отрасли энергоснабжения, формируя ресурсную и инфраструктурную основу промышленного роста.

Численность промышленно-производственного персонала возросла с 74,4 тыс. до 92,8 тыс. человек, преимущественно за счёт обрабатывающих производств. Это свидетельствует о наращивании производственного потенциала. В то же время более сдержанная динамика занятости в добывающей и энергетической сферах обусловлена процессами автоматизации и трансформацией структуры спроса на труд.

Таблица 1 – Основные показатели развития промышленности по отраслям

Показатели	2011	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Число промышленных предприятий, ед.							
Добывающая промышленность (ДП)	96	214	264	291	303	315	349
Обрабатывающая промышленность (ОП)	1348	2071	1846	1927	2318	2954	3241
Производство и распределение электроэнергии, воды, газа и тепла (ПРЭВГТ)	29	25	173	179	181	184	189
Итого	1473	2310	2283	2397	2802	3453	3779
2. Численность промышленно-производственного персонала, тыс.чел.							
ДП	10,4	8,7	12,6	13,6	12,8	13,1	14,2
ОП	47,8	57,5	59,3	58,9	60,1	60,2	64,8
ПРЭВГТ	17,2	15,1	12,4	12,8	13,4	14,2	13,8
Итого	74,4	83,9	84,3	85,3	86,3	87,5	92,8
3. Удельный вес среднегодовых промышленно-производственных основных фондов отраслей промышленности, в % к итогу							
ДП	11,1	10,1	18,8	18,9	21,9	22,4	21,2
ОП	63,9	56,8	41,3	43,2	43,7	43,8	42,8
ПРЭВГТ	25	33,1	39,9	37,9	34,4	33,8	36,0
Итого	100	100	100	100	100	100	100
4. Индекс объема промышленной продукции, в % к предыдущему году							
ДП	134,3	117,9	97,4	155,2	97,3	111,0	143,1
ОП	103,3	110,1	114,1	115,3	113,5	109,2	106,7
ПРЭВГТ	100,5	111,5	100,1	112,7	98,3	107,1	103,3
Итого	105,7	111,3	108,8	120,8	109,7	109,0	120,0
5. Структура отраслей промышленности, %							
ДП	12,4	13,5	13,9	21,6	20,7	19,9	24,8
ОП	69,1	65,6	61,7	57,5	61,6	60,9	56,2
ПРЭВГТ	19,5	20,9	24,4	20,9	17,7	19,2	19,0
Итого	100	100	100	100	100	100	100
Производительность труда отраслей промышленности, сомони/ППП							
	2011	2015	2020	2021	2022	2023	2024
ДП	93049,3	188620,7	341984,1	618308,8	695781,3	712671,8	941478,9
ОП	116545,8	139234,8	321315,3	378828,5	440881,9	474036,5	467330,2
ПРЭВГТ	126717,1	144011,3	607016,1	633359,4	568806,0	632676,1	740652,2
Итого	115625,1	145363,5	366429,4	455205,2	498551,6	535508,6	580528,0

Источник: составлено автором по [1]

Данные о структуре основных фондов свидетельствуют о заметном перераспределении капиталовложений между отраслями. Удельный вес добывающего сектора в общем объёме фондов вырос до 21,2%, энергетики - до 36%, при этом доля обрабатывающих производств опустилась до 42,8%. Сложившееся соотношение говорит о том, что именно перерабатывающий сектор нуждается в первоочередном технологическом обновлении: здесь точечное внедрение цифровых решений и новых производственных технологий способно дать наибольшую отдачу с точки зрения прироста добавленной стоимости.

Общий индекс промышленного производства за рассматриваемый период повысился с 105,7% до 120,0%, что говорит об определённой адаптивности предприятий к изменяющимся условиям хозяйствования. При этом темпы роста существенно различаются по секторам: добыча демонстрирует наиболее высокую динамику, тогда как обрабатывающие производства наращивают объёмы значительно скромнее, что косвенно подтверждает наличие технологических барьеров в данном сегменте.

В то же время произошёл структурный сдвиг в отраслевых пропорциях, указывающий на усиление сырьевой составляющей промышленности. Доля добычи в общем выпуске увеличилась до 24,8%, но доля обрабатывающей промышленности осталась высокой до 56,2%. В то же время роль энергетики в структуре отрасли относительно стабильна. Такая трансформация создаёт экстенсивный характер конкурентного преимущества.

В промышленности Таджикистана наблюдается неравномерное развитие, хотя в целом наблюдается положительная динамика производительности труда. В добыче полезных ископаемых самые высокие показатели - до 941,5 тыс. сомони на занятого - и в электроэнергетике - до 740,7 тыс. сомони на занятого. При этом обрабатывающие производства значительно отстают. Их динамика остается вялой из-за постоянных технологических отставаний предприятий отрасли.

Парадоксально, но значение промышленности в экономике страны постепенно уменьшается на фоне роста отдельных производственных показателей. В 2024 году его доля в ВВП сократилась до 16,9%. Подобная тенденция явно указывает на то, что традиционная модель роста устарела и что назревает переход к модели, ориентированной на технологию и основанной на инновациях и широком использовании цифровых решений.

Промышленное производство по-прежнему ограничивается низко технологичными областями. Добыча, энергетика, металлургия и отдельные участки первичной переработки сырья занимают доминирующее положение. Очевидно, что создание продукции с высокой добавленной стоимостью невозможно из-за подобной структуры. Если рассмотреть структуру обрабатывающей промышленности, можно увидеть, что металлургия занимает 26,7% от общего объема, тогда как машиностроение занимает всего 2,8%. Эти цифры несопоставимы с показателями развитых стран, где металлургия традиционно была двигателем индустриального роста. Химическая промышленность, которая имеет большой потенциал для инноваций, также находится на периферии, с долей всего 2,04%.

Сложившаяся отраслевая модель воспроизводит конкурентные преимущества, унаследованные скорее от природных условий и географии, нежели от человеческого капитала и организационных компетенций. Природно-ресурсная обеспеченность, относительно невысокая стоимость рабочей силы и транзитное положение страны действительно создавали определённые возможности для развития экспортной деятельности. Однако в условиях нарастающей глобальной конкуренции эти факторы неуклонно обесцениваются, уступая место инновационному капиталу, технологическим знаниям и управленческой эффективности.

Серьёзным ограничением остаётся слабая инновационная активность предприятий в сочетании с недостаточной диверсификацией производственной базы и общим невысоким технологическим уровнем. Об этом красноречиво свидетельствует крайне скромная доля высокотехнологичных производств - около 4,3%, а также незначительная интегрированность в глобальные производственно-сбытовые цепочки. На внешних рынках таджикская промышленность представлена преимущественно

продукцией с минимальной степенью переработки, что существенно сужает экспортный потенциал страны.

В этих обстоятельствах повышение конкурентоспособности промышленности не может быть достигнуто эволюционным путём - оно требует целенаправленной структурной трансформации с акцентом на наукоёмкие и технологически сложные производства. Принципиальная роль в этом процессе отводится цифровизации и организационным инновациям: именно они способны обеспечить устойчивый рост производительности, качественное улучшение выпускаемой продукции и расширение присутствия страны на внешних рынках.

Анализ международных рейтингов показывает, что при наличии значительного потенциала развитие промышленности характеризуется нестабильной динамикой. В 2018-2024 гг. по ряду показателей наблюдается ухудшение позиций страны в глобальных сопоставлениях, что подтверждает необходимость ускорения структурных и технологических преобразований (таблица 2).

Траектория Таджикистана в Глобальном индексе инновационности (GII) на протяжении 2018-2024 годов лишена последовательности и внутренней логики. Страна опустилась со 100-й позиции в 2018 году до 111-й в 2022-м, после чего частично отыграла утраченные позиции, поднявшись до 102-го места к 2024 году.

Таблица 2 – Положение Таджикистана в мировых рейтингах конкурентоспособности

Годы	Глобальный индекс инновационности (GII)	Глобальный индекс устойчивой конкурентоспособности (GSCI)	Индекс конкурентоспособности промышленности (CIP)	Индекс глобальной конкурентоспособности (GCI)
2018	100	79	126	102
2019	109	90	126	104
2020	103	100	126	106
2021	104	104	124	123
2022	111	128	118	-
2023	107	174	121	-
2024	102	143	-	-

Источник: составлено автором на основании [2, 3, 4, 5]

Подобная неравномерность говорит о том, что отдельные улучшения в инновационной среде действительно происходят, однако носят скорее точечный, нежели системный характер и пока не складываются в прочный фундамент долгосрочных конкурентных преимуществ.

Значительно тревожнее выглядит положение страны в Глобальном индексе устойчивой конкурентоспособности (GSCI). Здесь деградация оказалась куда более глубокой: Таджикистан опустился с 79-го на 174-е место, и лишь затем последовало частичное восстановление до 143-й позиции в 2024 году. Столь резкое ухудшение рейтинга свидетельствует о том, что экономика страны в целом утрачивает способность обеспечивать устойчивое развитие и гибко реагировать на вызовы внешней среды.

Индекс конкурентоспособности промышленности (CIP) рисует несколько иную, хотя и не менее показательную картину. В 2018-2020 годах позиции Таджикистана оставались практически неизменными - на уровне 126-го места. Затем последовало заметное продвижение вперёд: к 2022 году страна поднялась на 118-ю строчку, однако в 2023 году вновь несколько сдала достигнутые позиции. Колебания вокруг одних и тех же значений на протяжении нескольких лет недвусмысленно указывают на глубокие структурные ограничения, укоренившиеся в промышленном секторе, прежде всего, в части технологического уровня производства и его общей эффективности.

Схожая, но ещё более выраженная нисходящая тенденция прослеживается в Глобальном индексе конкурентоспособности (GCI): с 2018 по 2021 год страна опустилась

со 102-го на 123-е место, неуклонно увеличивая разрыв с более динамично развивающимися экономиками. Совокупный анализ международных рейтингов приводит к неутешительному выводу: конкурентоспособность таджикской промышленности по-прежнему держится на факторах, доставшихся в наследство от прошлого, природных ресурсах, дешёвой рабочей силе и географическом положении, тогда как именно эти преимущества в современных условиях наиболее уязвимы и наименее устойчивы. Обозначившиеся тенденции со всей очевидностью указывают на то, что без ускоренной технологической модернизации, реальной активизации инновационной деятельности и масштабного внедрения цифровых решений исправить сложившуюся динамику не представляется возможным.

Динамика индекса конкурентоспособности промышленности полезна тем, что позволяет не просто зафиксировать текущее состояние сектора в статике, но и восстановить логику долгосрочных изменений его позиций, выявить устойчивые закономерности и определить точки наибольшей уязвимости (рисунок 1).

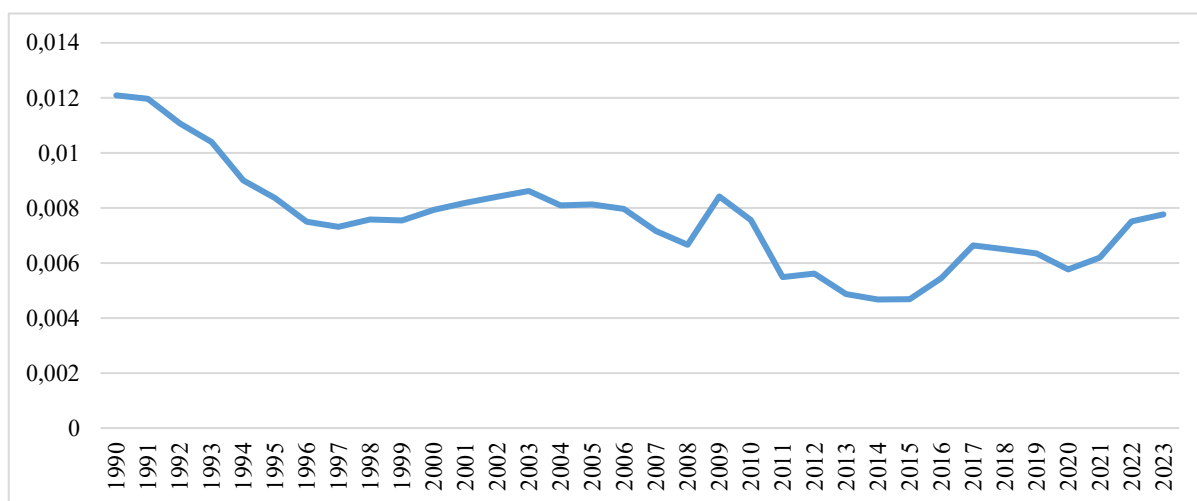


Рисунок 1 – Динамика индекса конкурентоспособности промышленности Республики Таджикистан за 1990-2023 гг.

Источник: составлено на основании [6]

Динамика индекса конкурентоспособности промышленности (CIP) за период 1990-2023 годов отражает сложный и прерывистый путь развития промышленного сектора Таджикистана, в котором чередовались фазы глубокого спада, относительной стабилизации и постепенного восстановления. В 1990-е годы индекс резко снизился - прямое следствие трансформационного кризиса и распада производственно-хозяйственных связей, унаследованных от советской экономики. Итогом стала значительная утрата накопленного индустриального потенциала.

С начала 2000-х годов ситуация немного стабилизировалась, но рост индекса был слабым и неустойчивым. В период с 2011 по 2015 год показатель вновь пошёл вниз. Это подтвердило, что структурные проблемы отрасли никуда не исчезли. Речь прежде всего о низком технологическом уровне большинства производств и крайне слабой диверсификации отраслевой базы. Промышленность страны оставалась уязвимой.

Перелом наметился с 2017 года - индекс начал постепенно расти. Поначалу движение было медленным и неустойчивым, однако в 2022-2023 годах рост заметно ускорился. Значение CIP достигло отметки 0,00776. Для Таджикистана это ощутимый шаг вперёд, но в глобальном сравнении разрыв остаётся огромным. Достаточно взглянуть на Германию: аналогичный показатель там составляет 0,4164. Иными словами, таджикская промышленность пока находится на совершенно ином уровне технологического развития - и этот разрыв нельзя закрыть быстро.

Чтобы понять реальное конкурентное положение страны, одного индекса недостаточно. Важно разобраться в том, как устроена инвестиционная структура промышленности. Куда именно направляется капитал - во многом это и определяет, есть ли у предприятий реальные шансы на технологическое обновление и рост производительности.

Здесь картина неоднозначная. В 2020 году расходы на техническое перевооружение и реконструкцию предприятий резко упали - до 10%. Провал был существенным. Тем не менее к 2024 году ситуация изменилась: доля таких вложений выросла до 35,6%. Это обнадеживающая динамика, интерес к модернизации существующих мощностей значительно вырос, хотя говорить об устойчивой тенденции пока преждевременно. Происходящие изменения относительно незначительны и пока не являются частью последовательной структурной перестройки промышленности.

Что касается вложений в новое строительство, они на протяжении длительного периода занимали первое место в структуре инвестиций, достигнув наибольших значений в 2022 году, после чего их удельный вес к 2024 году заметно снизился. Это свидетельствует о постепенном смещении инвестиционных приоритетов: от экстенсивного наращивания мощностей к качественному обновлению уже существующей производственной базы. Вложения в расширение действующих предприятий при этом остаются минимальными, что существенно сужает возможности масштабирования производства на уже функционирующих площадках (таблица 3).

Таблица 3 – Воспроизводственная структура инвестиций в основной капитал РТ, в %

	2011	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Инвестиции в основной капитал	100	100	100	100	100	100	100
Техническое перевооружение и реконструкцию предприятий	28,1	29,9	10,0	22,9	22,7	28,2	35,6
Расширение действующих предприятий	9,70	1,20	30,0	1,7	1,6	1,9	1,9
Новое строительство	56,1	64,8	60,0	68,6	68,7	66,4	56,1
Отдельные объекты действующих предприятий	6,10	4,10	0,0	6,81	7,0	3,5	6,4

Источник: составлено автором на основании [7].

В 2024 году государственные расходы на промышленность и строительство оставались минимальными - менее 0,2% ВВП, что свидетельствует об ограниченном участии государства в поддержке данного сектора. При таком уровне финансирования возможности ускоренной модернизации и технологического обновления существенно ограничены, что усиливает значимость привлечения инвестиций и развития производственной базы как ключевых факторов устойчивого экономического роста.

Анализ динамики и отраслевой структуры прямых иностранных инвестиций позволяет более точно оценить текущее состояние и потенциал формирования конкурентных преимуществ промышленного сектора Республики Таджикистан (рисунок 2).

После резкого сокращения притока прямых иностранных инвестиций в 2023 году (до 284,1 млн долл. США) в 2024 году зафиксировано восстановление - объём увеличился до 459,1 млн долл. Однако по сравнению с 2022 годом (618,4 млн долл.) данный уровень остаётся недостаточным, что указывает на сохраняющуюся нестабильность инвестиционной среды.

Структура ПИИ в 2024 году отражает усиление сырьевой ориентации экономики. На добывающий сектор приходится 46,1% инвестиций, что подтверждает устойчивый интерес инвесторов к ресурсной базе и формирование преимущественно традиционных конкурентных преимуществ.

Вместе с тем удельный вес обрабатывающей промышленности в структуре ПИИ заметно вырос - с 17,6% до 35,2%, что можно расценивать как определённый позитивный сигнал: интерес инвесторов к перерабатывающим отраслям усиливается. Однако при взгляде на более длительный временной отрезок видно, что данный показатель ведёт себя непоследовательно и ни разу не удерживался на высоком уровне достаточно долго — это говорит о том, что никакой устойчивой стратегии развития обрабатывающего сектора до сих пор не выстроено.

Параллельно сокращается финансирование инфраструктурных направлений: капиталовложения в транспорт и связь опустились до минимума, а средства на геологоразведочные работы практически не поступают. Последнее особенно настораживает, поскольку без разведки новых запасов в среднесрочной перспективе неизбежно возникнут ограничения для расширения сырьевой базы.

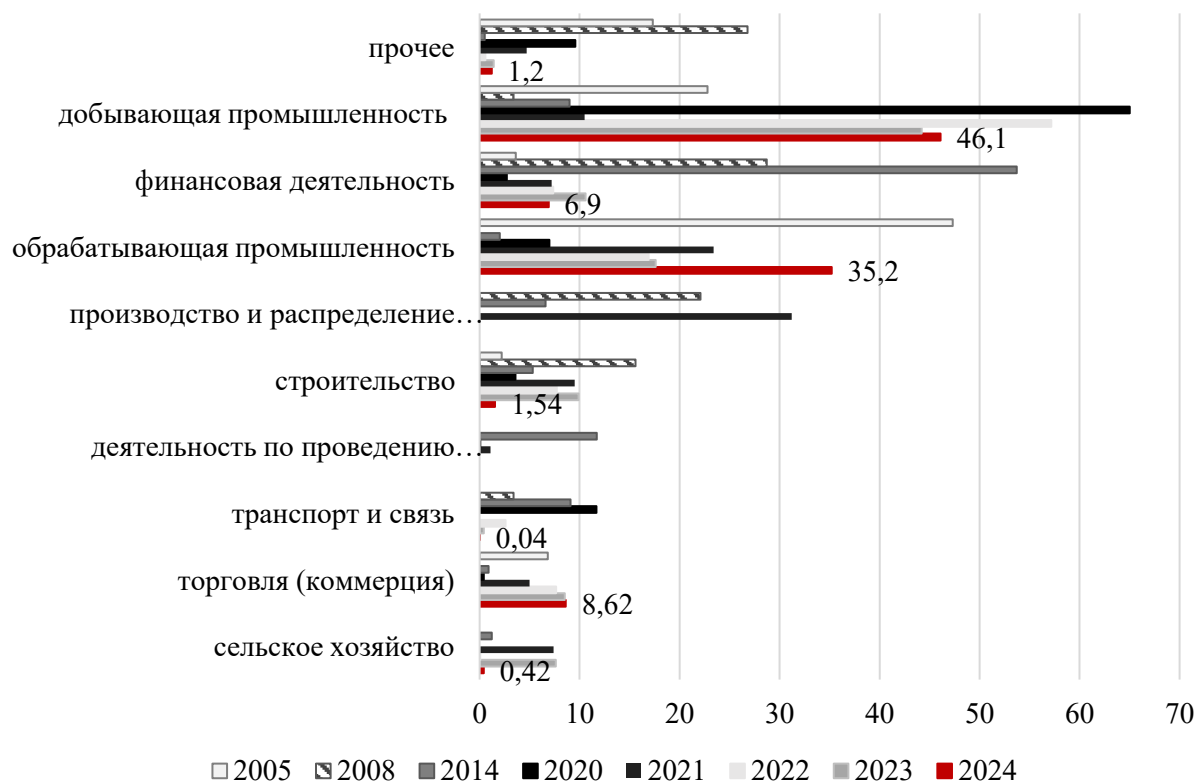


Рисунок 2 – Отраслевая структура прямых иностранных инвестиций, в %

Источник: составлено по [8]

Таким образом, структура прямых иностранных инвестиций в 2024 году выглядит противоречиво: добывающий сектор по-прежнему притягивает основную часть капитала, тогда как обрабатывающие производства начинают наращивать свою долю. Подобное сочетание свидетельствует о том, что предпосылки для качественного изменения конкурентных преимуществ уже складываются, однако превратить их в реальное конкурентное превосходство удастся лишь при условии долговременного и планомерного перенаправления инвестиционных потоков в пользу технологически сложных производств - тем более что цифровая трансформация экономики предъявляет к промышленности принципиально новые требования. Сложившаяся структура инвестиций во многом связана с нестабильностью финансовых результатов промышленного сектора, что снижает его привлекательность для инвесторов. Динамика показателей за 2010-2024 гг. имеет выраженный волнообразный характер: периоды прибыльности сменяются значительными убытками. В частности, после положительного результата в 2010 году (284,3 млн сомони) уже к 2015 году зафиксирован существенный убыток, а наибольшее снижение наблюдалось в 2020 году (-3807,6 млн сомони) (рисунок 3).

С 2021 года наблюдается существенное улучшение финансовых результатов промышленного сектора: показатель увеличился до 5525,9 млн сомони с последующим ростом до 8351,1 млн сомони в 2022 году. После спада в 2023 году следующий год принёс заметное оживление - объём инвестиций вырос до 7581,8 млн сомони. Казалось бы, позитивный сигнал. Но сама по себе эта цифра не снимает главного вопроса: почему показатели так сильно колеблются от года к году? Подобная нестабильность

свидетельствует о том, что отрасль по-прежнему остаётся уязвимой - она чутко реагирует как на внешние потрясения, так и на внутренние трудности. В таких условиях сложно выстраивать долгосрочные конкурентные преимущества: инвесторы осторожничают, а стратегическое планирование превращается в трудноразрешимую задачу.

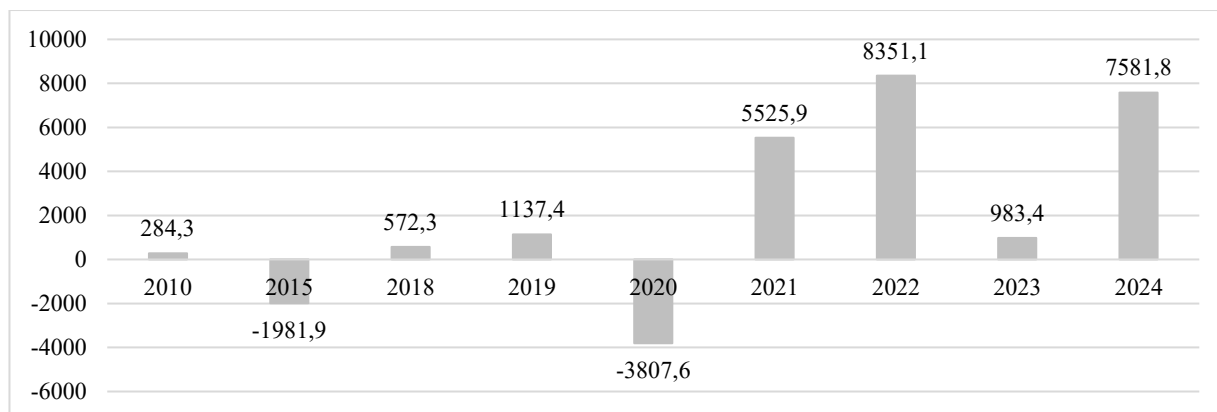


Рисунок 3 – Динамика финансовых результатов промышленности за 2008-2023 гг., млн. сомони
Источник: составлено на основании [9]

Всё это заставляет искать новые опоры для роста. Одним из таких источников всё чаще называют цифровую трансформацию. В научном сообществе этот процесс давно перестал восприниматься как простое внедрение технологий. Речь идёт о глубоком переходе - от привычных, во многом устаревших форм хозяйствования к принципиально иным, цифровым моделям управления и ведения бизнеса.

Исследователи Зверева А.О. и Депутатова Е.Ю. предлагают развёрнутое определение этого понятия применительно к промышленным предприятиям. По их мнению, цифровая трансформация — это непрерывный процесс, охватывающий всю экосистему компании: персонал, клиентов, поставщиков и партнёров. В его основе лежат современные технологии, а цель может быть двоякой: либо усовершенствовать действующую бизнес-модель и найти дополнительные источники дохода, либо заменить её на более эффективную [10]. Важно, что речь идёт именно о постоянном, а не разовом процессе. Это принципиальный момент.

В соответствии с подходом Р. Г. Ганизода [11], данное явление «представляет собой интеграцию цифровых технологий во все социальные и политико-экономические институты с целью преобразования их деятельности в цифровой формат. А результатом цифровизации видится собственно создание новых и полная трансформация уже функционирующих моделей социально-экономической реальности, системность цифрового мышления и поведения участников экономического взаимодействия. Сегодня обозримыми результатами цифрового развития являются искусственный интеллект, квантовые вычисления, распределённые реестры и т.п.».

В работах Эрик Бриньольфссон и Эндрю Макафи [12] цифровые технологии рассматриваются как ключевой драйвер роста производительности и трансформации бизнес-моделей. Дж. Вестерман, в свою очередь, акцентирует внимание на стратегическом характере цифровой трансформации, связывая её с изменениями в системе управления, организационной культуре и взаимодействии с клиентами.

Обобщая существующие подходы, цифровую трансформацию промышленного предприятия целесообразно трактовать как процесс глубокой модернизации производственных и управленческих систем на основе внедрения цифровых технологий, направленный на повышение эффективности, адаптивности и конкурентоспособности. В Республике Таджикистан данный процесс находится на начальной стадии и характеризуется выраженной неравномерностью. Наибольшая активность наблюдается на крупных предприятиях и в отдельных отраслях, прежде всего в энергетике, тогда как значительная часть малых и средних промышленных предприятий остаётся вне активного внедрения цифровых решений. Это усиливает технологическую дифференциацию внутри отрасли и сдерживает формирование устойчивых конкурентных преимуществ.

Показатели, представленные в таблице 4, отражают динамику развития цифровой среды и ИКТ в Таджикистане за 2010-2024 гг., включая уровень интернет-проникновения, распространение мобильной связи, развитие онлайн-сервисов, а также значения индекса электронного правительства и совокупного ИКТ-индекса.

Данные за последние пятнадцать лет фиксируют последовательное расширение интернет-охвата и распространения онлайн-сервисов, что в совокупности отражает постепенное взросление цифровой составляющей национальной экономики. Наиболее ощутимый перелом произошёл после 2017 года, когда показатели цифрового развития перешли к устойчивому росту. Повышение индекса электронного правительства и ИКТ подтверждает, что цифровой потенциал страны укрепляется за счёт наращивания инфраструктуры и более активного использования технологий как бизнесом, так и государственными структурами. В целом, прослеживается переход от разрозненного и ситуативного применения цифровых решений к их более планомерному и системному внедрению.

Тем не менее достигнутые результаты отличаются неравномерностью и пока не приобрели должной устойчивости. В сложившихся условиях выстраивание конкурентных преимуществ промышленности предполагает всестороннее изучение ключевых параметров цифрового развития. Одной из центральных задач здесь является оценка цифровой зрелости предприятий - с учётом фактического уровня применения технологий, состояния инфраструктуры, кадрового обеспечения и наличия осмысленных стратегий цифровизации. Также необходимо выявление отраслевых и региональных диспропорций, поскольку именно они позволяют обнаружить точки наибольшего отставания и факторы, сдерживающие развитие.

Таблица 4 – Динамика показателей, характеризующих процессы цифровой трансформации и развития ИКТ в Таджикистане

Год	Проникновение Интернета (%)	Количество абонентов мобильной связи на 100 человек	Онлайн-сервис	E-Government Development Index (EGDI)	ИКТ
2010	11,6	77,6	0,0302	0,3477	0,0203
2011	13,0	80,8	0,596	0,3773	0,0409
2012	14,5	81,5	0,0889	0,4069	0,0615
2013	16,0	91,7	0,0760	0,3732	0,1460
2014	17,5	94,9	0,0630	0,3395	0,2306
2015	19,0	98,2	0,0931	0,3381	0,2086
2016	20,5	106,0	0,1232	0,3366	0,1866
2017	22,0	109,0	0,2318	0,3793	0,2060
2018	32,6	107,4	0,3403	0,422	0,2254
2019	22,7	115,4	0,3290	0,4435	0,2875
2020	27,5	62,3	0,3176	0,4649	0,3496
2021	36,7	64,1	0,3572	0,4844	0,3633
2022	48,9	63,8	0,3968	0,5039	0,377
2023	54,4	76,2	0,4364	0,5322	0,3907
2024	55,8	-	0,4476	0,5606	0,5810

Источник: составлено автором на основе данных [2 3].

Отдельным направлением изучения выступает анализ стратегических ориентиров самих предприятий - того, насколько руководство готово двигаться в сторону инноваций, осваивать современные технологии и вписываться в логику цифровой экономики. Без понимания этой внутренней готовности трудно составить реалистичное представление о том, какие конкурентные позиции отрасль способна занять в перспективе.

² Department of Economic and Social Affairs//Public Institutions. - Режим доступа: <https://publicadministration.desa.un.org>, свободный.

³ World Development Indicators Databank. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://databank.worldbank.org>

Проведённое исследование даёт достаточно материала для того, чтобы сформулировать конкретные предложения по укреплению промышленного сектора. Среди первоочередных направлений выделяются несколько. Прежде всего - перевод производственных процессов на цифровую основу. Параллельно необходимо выстраивать грамотную инвестиционную политику, развивать ИКТ-инфраструктуру и готовить специалистов, готовых работать в быстро меняющейся технологической среде.

Отдельного разговора заслуживает динамика индекса человеческого капитала. Этот показатель отражает сразу несколько важных характеристик рабочей силы: уровень образования, профессиональную квалификацию и способность осваивать новые технологии. За период с 2010 по 2024 год он снизился с 0,9005 до 0,6531. Падение значительное.

Временами снижение замедлялось, наблюдались короткие периоды относительной стабильности. Но общую картину это не меняет. На протяжении четырнадцати лет тенденция оставалась одной и той же - показатель шёл вниз.

Что за этим стоит на практике? Постепенное ухудшение качественного состава трудовых ресурсов. А это - прямое препятствие для внедрения инноваций и повышения производительности труда. Предприятия, которые хотят модернизироваться и внедрять новые технологии, сталкиваются с нехваткой квалифицированных кадров. Без решения этой проблемы любые усилия по цифровой трансформации промышленности рискуют оказаться малоэффективными. Сокращение человеческого капитала затрудняет адаптацию предприятий к актуальным технологическим требованиям и замедляет формирование устойчивых конкурентных преимуществ.

С учётом этого развитие кадрового потенциала, повышение качества образования и целенаправленное формирование цифровых компетенций работников следует рассматривать как приоритет промышленной политики, напрямую определяющий результативность цифровых преобразований и перспективы долгосрочного экономического развития.

Заключение

Проведённое исследование показало, что промышленный сектор Республики Таджикистан в целом развивается в положительном направлении, однако за этой динамикой скрываются серьёзные структурные и технологические ограничения, которые пока не преодолены. Конкурентные позиции отрасли держатся преимущественно на традиционных факторах - природных ресурсах, относительно низкой стоимости труда и географическом положении, тогда как именно эти основания в долгосрочной перспективе наименее надёжны.

Выявлено, что цифровая трансформация промышленности находится на раннем этапе и продвигается неравномерно как в отраслевом, так и в региональном разрезе, что существенно сужает её реальное влияние на производительность и конкурентоспособность предприятий. Ситуацию усугубляет снижение индекса человеческого капитала - с 0,9005 в 2010 году до 0,6531 в 2024 году, свидетельствующее об ослаблении качественной базы трудовых ресурсов. Недостаточная инвестиционная активность, в свою очередь, ограничивает возможности технологического обновления производства.

В сложившихся обстоятельствах повышение конкурентоспособности промышленности не может быть достигнуто за счёт точечных мер. Необходим комплексный подход, включающий технологическую модернизацию предприятий, последовательное расширение цифровизации производственных процессов, целенаправленное развитие кадрового потенциала и формирование активной инвестиционной политики, ориентированной на наукоёмкие и высокотехнологичные сегменты. Только совокупность этих усилий способна обеспечить переход от унаследованных факторных преимуществ к устойчивым конкурентным позициям, отвечающим требованиям современной глобальной экономики.

Рецензент: Муқимова Н.Р. – д.э.н., доцент кафедры экономики и управления на производстве ТИПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Промышленность Республики Таджикистан // Статистический сборник [Текст]. – Душанбе – 2025. – 95 с.

2. INSEAD (2011-2025): The Global Innovation Index 2011-2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.globalinnovationindex.org/
3. SolAbility. The Global Sustainable Competitiveness Index. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index>
4. Организация Объединённых Наций по промышленному развитию (UNIDO). Статистический портал: база данных Competitive Industrial Performance (CIP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stat.unido.org/data/download?dataset=cip> (дата обращения: 08.04.2026).
5. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.weforum.org/>
6. Организация Объединённых Наций по промышленному развитию (UNIDO). Статистический портал: база данных Competitive Industrial Performance (CIP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stat.unido.org/data/download?dataset=cip> (дата обращения: 08.04.2026). Статистический ежегодник Республики Таджикистан 2025 г. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан [Текст]. – Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025. - 442 с. Статистический ежегодник Республики Таджикистан 2025 г. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан [Текст]. – Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025. - 442 с. Статистический ежегодник Республики Таджикистан 2025 г. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан [Текст]. – Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025. - 442 с.
7. Зверева А.О., Депутатова Е.Ю. Трансформация торговых услуг в цифровой экономике. Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2019;(4):156-163. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2019-4-156-163>
8. Ганизода, Р. Г. Цифровая трансформация банковского сектора Таджикистана: теория, методология, практика: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Ганизода Рустам Гафурович. – Душанбе, 2025. – 460 с. – EDN OSVRXM.
9. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. — New York: W. W. Norton & Company, 2014. — 304 p.
10. Department of Economic and Social Affairs//Public Institutions. - Режим доступа: <https://publicadministration.desa.un.org>, свободный.
11. World Development Indicators Databank. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://databank.worldbank.org>
12. OECD. *Digital Economy Outlook 2023*. — Paris: OECD Publishing, 2023.
13. Среднесрочная программа развития цифровой экономики в Республике Таджикистан на 2021–2025 годы. Утвержденная Постановлением Правительства Республики Таджикистан №460 от 26 октября 2021 года.
14. Data reportal. - Режим доступа: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-tajikistan>, свободный.
15. Department of Economic and Social Affairs//Public Institutions. - Режим доступа: <https://publicadministration.desa.un.org>, свободный.
16. Мукимова, Н. Р. Анализ современного состояния отраслей промышленности Республики Таджикистан / Н. Р. Мукимова, Т. Н. Холмуродова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2024. – № 3(67). – С. 59-67. – EDN AXQETA.

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

TJ	RU	EN
Бердиева Ниссо Хасановна	Бердиева Ниссо Хасановна	Berdieva Nisso Hasanovna
Докторанти PhD, курси 3, 6D-050600 – Иқтисодиёт (дар соҳаи истеҳсолот)	Докторантка PhD, 3-го курса, 6D-050600 – Экономика (в отрасли производства)	PhD student 3rd year, 6D-050600 – Economics (in the manufacturing sector)
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: nisso98@mail.ru		

ТРАНСПОРТНАЯ СВЯЗАННОСТЬ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТАДЖИКИСТАНА

Х.Д. Мирзобеков

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье исследуется влияние транспортно-логистической связанности на формирование и реализацию транзитного потенциала Республики Таджикистан в условиях региональной интеграции стран Центральной Азии. Рассматриваются теоретические основы транспортной связанности, концепция транзитного потенциала и особенности стран, не имеющих выхода к морю. Проанализированы структурные характеристики транспортной системы Таджикистана, динамика индекса логистической эффективности (LPI) и институциональные ограничения развития. Обоснована необходимость перехода от фрагментарного инфраструктурного развития к системной модели региональной логистической интеграции.

Ключевые слова: транспортная связанность, транзитный потенциал, логистическая инфраструктура, Центральная Азия, LPI, региональная интеграция.

ПАЙВАСТАГИИ НАҚЛИЁТӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ ТАШАККУЛИ ИҚТИДОРИ ТРАНЗИТИИ ТОҶИКИСТОН

Х.Д. Мирзобеков

Дар мақола таъсири пайвастагии нақлиётӣ-логистикӣ ба ташаккул ва татбиқи иқтисодии транзитии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар шароити ҳамгироии минтақавии кишварҳои Осиёи Марказӣ таҳқиқ карда мешавад. Асосҳои назариявии пайвастагии нақлиётӣ, мафҳуми иқтисодии транзитӣ ва хусусиятҳои кишварҳои бе баромад ба баҳр баррасӣ шудаанд. Хусусиятҳои сохтории низомии нақлиётии Тоҷикистон, динамикаи нишондиҳандаи самаранокии логистикӣ (LPI) ва маҳдудиятҳои институционалии рушд таҳлил гардидаанд. Зарурати гузариш аз рушди инфрасохтории пароканда ба модели системавии ҳамгироии логистикӣ минтақавӣ асоснок карда шудааст.

Калидвожаҳо: пайвастагии нақлиётӣ, иқтисодии транзитӣ, инфрасохтори логистикӣ, Осиёи Марказӣ, LPI, ҳамгироии минтақавӣ.

TRANSPORT CONNECTIVITY AS A FACTOR IN THE FORMATION OF TAJIKISTAN'S TRANSIT POTENTIAL

Kh.D. Mirzobekov

This article examines the impact of transport and logistics connectivity on the formation and realization of the transit potential of the Republic of Tajikistan in the context of regional integration among Central Asian countries. The theoretical foundations of transport connectivity, the concept of transit potential, and the characteristics of landlocked countries are considered. The structural features of Tajikistan's transport system, the dynamics of the Logistics Performance Index (LPI), and institutional constraints to development are analyzed. The necessity of transitioning from fragmented infrastructure development to a systematic model of regional logistics integration is substantiated.

Keywords: transport connectivity, transit potential, logistics infrastructure, Central Asia, LPI, regional integration.

Введение

В условиях углубляющейся глобализации транспортная связанность становится одним из ключевых факторов экономического роста, пространственной организации производства и интеграции в мировые торговые системы. Для государств Центральной Азии, не имеющих выхода к морю, эффективность транспортно-логистической системы определяет уровень их участия в международном разделении труда и конкурентоспособность национальной экономики.

Республика Таджикистан, находясь на пересечении направлений Китай – Центральная Азия – Южная Азия, объективно располагает потенциальными транзитными преимуществами. Однако практическая реализация этих возможностей ограничивается совокупностью географических, инфраструктурных и институциональных факторов [1]. Целью настоящего исследования является анализ роли транспортной связанности в формировании транзитного потенциала Таджикистана и определение стратегических направлений его развития в системе региональной интеграции.

Методологическую основу исследования составили методы сравнительного анализа, структурного анализа, системного подхода и обобщения статистических данных Всемирного банка и национальных статистических органов стран Центральной Азии.

Материалы и методы исследования

В основу исследования положен комплекс взаимодополняющих методов, в том числе сравнительный анализ, обеспечивших разностороннее изучение влияния транспортно-логистической связанности на формирование и реализацию транзитного потенциала Республики Таджикистан в условиях региональной интеграции стран Центральной Азии.

Исследование и полученные результаты

В современной экономической теории транспортная связанность рассматривается как элемент пространственной экономики, влияющий на уровень транзакционных издержек и интенсивность торговых потоков. В рамках неинституционального подхода развитие транспортной инфраструктуры способствует снижению издержек обмена и повышению эффективности рыночных механизмов.

Согласно теории новой экономической географии [2], транспортные издержки являются одним из ключевых факторов, определяющих размещение экономической активности и формирование агломерационных эффектов. Снижение транспортных барьеров усиливает межрегиональную интеграцию и способствует расширению рынков сбыта.

Особое значение для анализа имеет концепция «landlocked disadvantage», объясняющая структурные ограничения стран, не имеющих выхода к морю. Отсутствие прямого доступа к портовой инфраструктуре увеличивает транспортные расходы, удлиняет сроки доставки и усиливает зависимость от транзитных государств. Для Таджикистана данное обстоятельство дополнительно осложняется горным рельефом, что повышает инфраструктурные издержки и ограничивает масштабность грузопотоков. По оценкам Всемирного банка, отсутствие выхода к морю увеличивает транспортные издержки на 30–50 % и усиливает зависимость от транзитных государств [3].

Таблица 1 – Расстояние между странами Центральной Азии и ближайшими морскими портами при использовании автомобильного или железнодорожного транспорта [4]

№	Страны Центральной Азии	Морские порты в транзитных государствах	Расстояние до порта, км (автотранспорт / железная дорога)
1	Казахстан	Шанхай (Китай); Гамбург (Германия); Санкт-Петербург (Российская Федерация); Владивосток (Российская Федерация)	4700 / 5200
2	Кыргызстан	Шанхай (Китай); Гамбург (Германия); Санкт-Петербург (Российская Федерация); Владивосток (Российская Федерация)	4900 / 5000
3	Таджикистан	Бандар-Аббас (Иран); Карачи (Пакистан); Шанхай (Китай); Гамбург (Германия); Санкт-Петербург (Российская Федерация); Владивосток (Российская Федерация)	1500 / 3770
4	Туркменистан	Поти (Грузия); Бандар-Аббас (Иран); Шанхай (Китай); Гамбург (Германия); Санкт-Петербург (Российская Федерация); Владивосток (Российская Федерация)	1700 / 4500
5	Узбекистан	Поти (Грузия); Бандар-Аббас (Иран); Ляньюньган (Китай); Гамбург (Германия); Санкт-Петербург (Российская Федерация); Владивосток (Российская Федерация)	2700 / 6600

Транзитный потенциал в экономическом смысле представляет собой совокупность инфраструктурных, институциональных и геоэкономических возможностей государства по обеспечению международного перемещения товаров через свою территорию. Он формируется под воздействием географических условий, качества транспортной сети, эффективности таможенного администрирования, уровня цифровизации и характера международного сотрудничества. Транзитный потенциал может рассматриваться как элемент факторных условий формирования конкурентоспособности государства в рамках теории конкурентных преимуществ [5].

Таким образом, транспортная связанность выступает системообразующим элементом формирования транзитного потенциала и конкурентных преимуществ государства.

За последние десятилетия страны Центральной Азии продемонстрировали устойчивый рост валового внутреннего продукта и внешнеторгового оборота. Тем не

менее доля региона в мировой торговле остаётся незначительной, что свидетельствует о недостаточной интеграции в глобальные цепочки поставок [6].

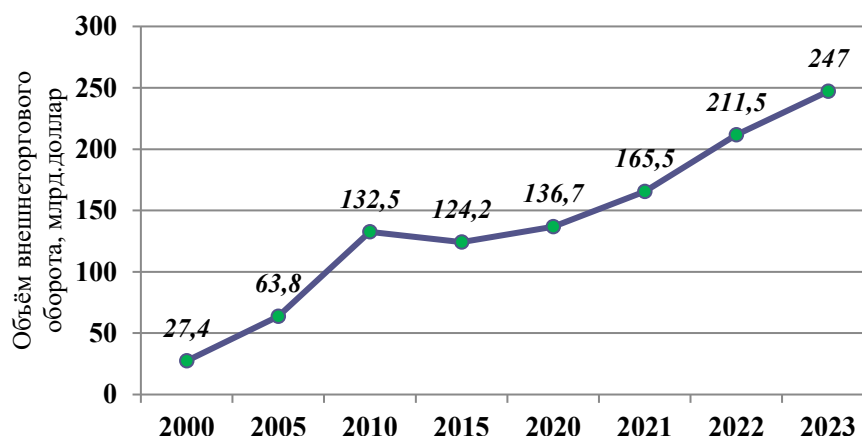


Рисунок 1 – Динамика объёма внешнеторгового оборота Центральной Азии в 2023г.

Развитие транспортных коридоров и логистических узлов напрямую влияет на снижение логистических издержек, расширение торговых потоков и углубление внутригосударственного и межгосударственного экономического взаимодействия. Однако существующая модель транспортного развития в регионе во многом носит национально-ориентированный характер, что приводит к фрагментарности инфраструктурных решений и недостаточной координации транспортной политики.

В этих условиях формирование единой системы транспортно-логистической связанности становится необходимым условием устойчивой региональной интеграции. Транспортная система Таджикистана характеризуется доминированием автомобильных перевозок, ограниченной протяжённостью железнодорожной сети и высокой зависимостью от транзитного доступа через соседние государства. Существенную роль играют природно-географические ограничения, обусловленные горным рельефом страны.

Общий объём грузоперевозок значительно уступает показателям Казахстана и Узбекистана, что свидетельствует о недостаточной масштабности логистической системы. Несмотря на реализацию инвестиционных проектов по модернизации дорожной инфраструктуры, развитие транспортного комплекса остаётся преимущественно компенсаторным и направленным на преодоление географической изолированности.

По данным Всемирного банка, Таджикистан демонстрирует постепенное улучшение позиций в рейтинге LPI, что отражает позитивную динамику в сфере логистических услуг и инфраструктуры. Однако сохраняются проблемы в области таможенного администрирования, цифровизации процедур и отслеживания грузов. Сравнительный анализ стран региона показывает, что институциональные различия и уровень координации транспортной политики оказывают значительное влияние на эффективность логистических систем [1, 6].

Сдерживающие факторы развития транзитного потенциала Таджикистана носят комплексный характер. К ним относятся географические особенности, недостаточная согласованность транспортной политики на региональном уровне, ограниченность логистических центров и технологическая фрагментация транспортной системы.

Дополнительным препятствием выступает несогласованность технических стандартов и нормативно-правовых режимов в странах региона, что увеличивает трансграничные издержки и снижает конкурентоспособность транспортных маршрутов. Следовательно, развитие транзитного потенциала требует не только модернизации инфраструктуры, но и институциональной гармонизации транспортных процедур.

Переход к устойчивой модели транзитного развития предполагает комплексный подход, включающий модернизацию железнодорожной сети, развитие мультимодальных

логистических центров, внедрение цифровых технологий управления грузопотоками и унификацию таможенных процедур.

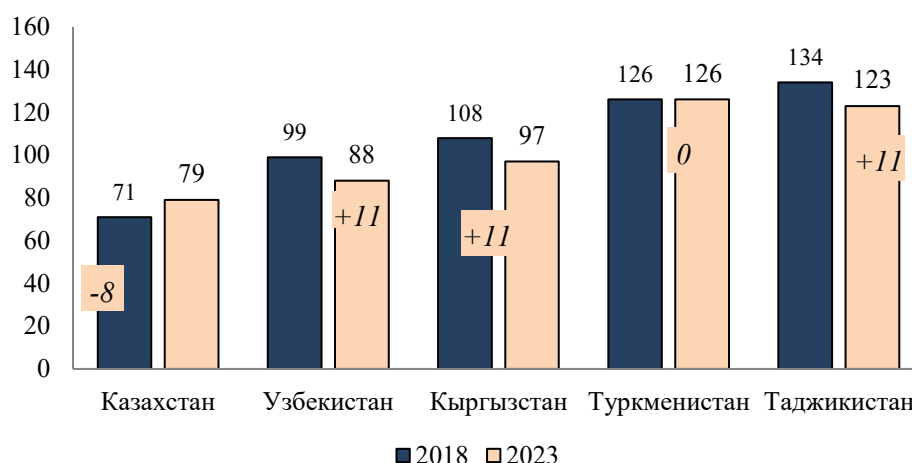


Рисунок 1 – Место стран Центральной Азии по уровню развития логистики в 2018 и 2023 годах [4]

Особое значение имеет формирование интегрированной транспортно-логистической системы, способной обеспечить синхронизацию национальных инфраструктурных проектов с региональными инициативами.

Заключение

Таким образом, транспортная связанность является ключевым фактором экономической интеграции Центральной Азии и формирования устойчивых конкурентных преимуществ Таджикистана. Реализация транзитного потенциала страны требует перехода от инфраструктурно-ориентированной модели развития к системной логистической интеграции, основанной на институциональной координации и цифровой трансформации.

Комплексный подход позволит повысить устойчивость экономики, снизить транспортные издержки и укрепить позиции Таджикистана в региональных и международных транспортных коридорах.

Рецензент: Раджабов Ф.К. – д.э.н., профессор кафедры «Таможенное дело» ТГТУК.

Литература

1. Мирзобеков Х. Д. Развитие транзитного потенциала и логистической инфраструктуры Республики Таджикистан в условиях региональной интеграции // Вестник Таджикского государственного университета коммерции – Душанбе: ТГУК, 2025. №3(58) – С.215-222.
2. Krugman P. Geography and Trade. – Cambridge, MA: MIT Press, 1991. – 142 p.
3. The World Bank. Logistics Performance Index 2023. – URL: <https://lpi.worldbank.org> (дата обращения: 10.02.2026).
4. Экономика Центральной Азии: новый взгляд. Евразийского банка развития. Алматы, Бишкек, Москва — 2022
5. Porter M. The Competitive Advantage of Nations. – New York: Free Press, 1990. – 855 p.
6. Мирзобеков, Х. Д. Аҳамияти робитаҳои нақлиётӣ дар рушди савдо байни кишварҳои Осиёи Марказӣ / Х. Д. Мирзобеков // Паёми политехники. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвестиция. – 2025. – No. 1(69). – P. 114-121. – EDN UMBIRM.

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

TJ	RU	eN
Мирзобеков Хуршед Дурманович	Мирзобеков Хуршед Дурманович	Mirzobekov Khurshed Durmanovich
н.и.и, дотсент	к.э.н., доцент	Candidate of Economic Science, 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: mhurshed_80@mail.ru		

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

И.А. Амонуллоев, Ш.С. Мухамедова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассмотрены актуальные вопросы информатизации транспортного комплекса Республики Таджикистан. Проведен анализ нормативно-правовых и организационных мер, направленных на внедрение цифровых технологий в сферу автомобильных и железнодорожных перевозок. Выявлены ключевые тенденции развития интеллектуальных транспортных систем, включая создание специализированных государственных учреждений, внедрение систем глобального позиционирования, электронную инвентаризацию дорожной сети и автоматизацию контрольно-пропускных операций. Обоснована необходимость усиления международного сотрудничества в сфере электронного документооборота и гармонизации цифровых стандартов в рамках интеграционных объединений. Предложены конкретные механизмы повышения эффективности использования информационных технологий в транспортной отрасли с учетом ограниченности инвестиционных ресурсов и геополитического положения республики.

Ключевые слова: транспортная система; цифровые технологии; интеллектуальные транспортные системы; электронный документооборот; логистическая инфраструктура; государственно-частное партнерство.

ТАҒИИРОТИ РАҚАМИИ СОҶАИ НАҚЛИЁТ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН: ҶАНБАҶОИ ИНСТИТУСИОНАЛӢ ВА ТЕХНОЛОҒӢ

И.А. Амонуллоев, Ш.С. Мухамедова

Дар ин мақола масъалаҳои ҷорӣ вобаста ба иттилооткунонии баҳши нақлиёт дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ мешаванд. Дар он ҷораҳои танзимкунонда, ҳуқуқӣ ва ташкилӣ, ки барои ҷорӣ намудани технологияҳои рақамӣ дар нақлиёти роҳ ва роҳи оҳан равона шудаанд, таҳлил карда мешаванд. Тамоюлҳои асосии рушди системаҳои нақлиёти интеллектуалӣ, аз ҷумла таъсиси мақомоти махсуси давлатӣ, татбиқи системаҳои мавқеъгирии ҷаҳонӣ, инвентаризатсияи электронии шабакаи роҳ ва автоматикунунии нуктаҳои назорат муайян карда шудаанд. Зарурати тақвияти ҳамкории байналмилалӣ дар идоракунии ҳуҷҷатҳои электронӣ ва ҳамроҳангсозии стандартҳои рақамӣ дар доираи иттиҳодияҳои ҳамгирой асоснок карда шудааст. Механизмҳои мушаххаси баланд бардоштани самаранокии технологияҳои иттилоотӣ дар баҳши нақлиёт бо назардошти захираҳои маҳдуди сармоягузорӣ ва мавқеи геополитикии кишвар пешниҳод карда мешаванд.

Калидвожаҳо: системаи нақлиётӣ; технологияҳои рақамӣ; системаҳои нақлиёти интеллектуалӣ; идоракунии ҳуҷҷатҳои электронӣ; инфрасохтори логистикӣ; шарикии давлатӣ ва хусусӣ.

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE TRANSPORT SECTOR IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN: INSTITUTIONAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS

I.A. Amonullov, Sh.S. Mukhamedova

This article examines current issues related to the informatization of the transport sector in the Republic of Tajikistan. It analyzes regulatory, legal, and organizational measures aimed at introducing digital technologies into road and rail transportation. Key trends in the development of intelligent transport systems are identified, including the creation of specialized government agencies, the implementation of global positioning systems, electronic inventory of the road network, and the automation of checkpoints. The need for strengthening international cooperation in electronic document management and the harmonization of digital standards within integration associations is substantiated. Specific mechanisms for improving the efficiency of information technology in the transport sector are proposed, taking into account the limited investment resources and the country's geopolitical location.

Keywords: transport system; digital technologies; intelligent transport systems; electronic document management; logistics infrastructure; public-private partnership.

Введение

Транспортный сектор современного государства переживает период глубокой технологической трансформации, обусловленной необходимостью повышения эффективности перевозочных процессов и обеспечения устойчивого развития инфраструктуры. Для Республики Таджикистан, расположенной в горной местности и не имеющей выхода к морю, проблема модернизации транспортной системы приобретает особое значение в контексте обеспечения экономической безопасности и интеграции в международные торговые потоки.

Согласно официальной статистике, по состоянию на октябрь 2025 года парк зарегистрированных транспортных средств в республике превысил 701 тысячу единиц, что свидетельствует о значительной нагрузке на существующую инфраструктуру. При этом объем грузоперевозок за девять месяцев 2025 года достиг 115,6 млн тонн, а пассажиропоток составил 832 млн человек. Доминирующее положение автомобильного транспорта (более 95% грузооборота) определяет приоритетность развития именно дорожного хозяйства и связанных с ним информационных систем.

Постановка задачи

Целью настоящего исследования является комплексная оценка текущего состояния цифровизации транспортной отрасли Таджикистана, выявление существующих

противоречий и разработка научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию механизмов внедрения информационно-коммуникационных технологий.

Эмпирическую базу исследования составили статистические данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, отчетные материалы Министерства транспорта, нормативные правовые акты Правительства Республики Таджикистан, а также публикации международных организаций - Всемирного банка, Европейской экономической комиссии ООН, Международного союза автомобильного транспорта за период 2020–2025 годов.

Методология исследования базируется на системном подходе к анализу сложных социально-экономических явлений, сочетающем методы сравнительного правового анализа, статистической обработки данных, структурно-функционального анализа и прогнозирования. При оценке эффективности цифровых трансформаций использованы показатели Индекса эффективности логистики (LPI) Всемирного банка и национальные статистические индикаторы.

Институциональные преобразования в транспортной сфере. Существенным шагом в направлении системной информатизации отрасли стало образование в октябре 2024 года Государственного унитарного предприятия «Центр цифровизации транспортной отрасли» (далее - Центр) при Министерстве транспорта. Данная структура призвана выполнять координирующие функции в отношении субъектов дорожно-транспортного комплекса различных форм собственности.

Анализ учредительных документов позволяет констатировать, что основными направлениями деятельности Центра являются организация сбора и обработка статистической информации о состоянии отрасли; контроль использования дорожно-строительной техники; мониторинг деятельности пассажирских и грузовых перевозчиков; обеспечение организации дорожного движения; развитие электронных систем оплаты транспортных услуг; создание и ведение электронных паспортов автомобильных дорог. Практическая реализация концепции цифровизации предполагает разработку тридцати функциональных модулей, из которых в настоящее время проектируются тринадцать приоритетных. К их числу относятся электронные путевые листы, системы спутникового мониторинга, подсистемы весогабаритного контроля, модули электронной паспортизации дорожной сети и иные компоненты единой информационной системы.

Технологические аспекты модернизации. Одним из наиболее успешно реализуемых направлений является электронная инвентаризация автомобильных дорог. По состоянию на начало 2025 года обработаны данные о 5266,3 км дорог общего пользования из общей протяженности сети международного и национального значения в 5567,8 км, что составляет 94,5% охвата. Инвентаризация проводится с применением мобильных диагностических комплексов, позволяющих фиксировать технические характеристики покрытия, геометрические параметры проезжей части и выявлять дефекты дорожной одежды.

Существенного сокращения административных барьеров удалось добиться благодаря внедрению систем автоматического весогабаритного контроля (САВК). Функционирующие комплексы весового контроля в движении (Weigh-in-Motion) установлены на участках дороги Душанбе – Хорог - Кульма, на восточных и южных подъездах к столице. Статистические данные свидетельствуют о том, что в 2024 году за счет действия данных систем удалось сократить количество перегруженных транспортных средств на 80%, выгрузив свыше 3300 тонн избыточного груза.

В сфере городского пассажирского транспорта наблюдается тенденция к цифровизации сервисов. Так, в Душанбе функционирует порядка 5450 единиц такси на электрической тяге, принадлежащих разным операторам. Внедряются автоматизированные системы учета пассажиропотока и электронной оплаты проезда.

Международная интеграция и цифровые коридоры. В рамках председательства Республики Таджикистан в Содружестве Независимых Государств в 2025 году разработан проект Стратегии цифровизации мультимодальных транспортных коридоров. Документ, подготовленный при содействии Европейской экономической комиссии ООН и ЭСКАТО, направлен на создание единого информационного пространства для участников международных перевозок.

Важным элементом интеграции является функционирование национальной системы «Единое окно», обеспечивающей оформление разрешительной документации для внешнеэкономической деятельности в электронном виде. В перспективе планируется полноценное внедрение и совершенствование электронных транспортных накладных (e-CMR) и электронных книжек МДП (e-TIR), что позволит существенно сократить время прохождения пограничных и таможенных процедур.

Одним из важных критериев оценки работы транспорта являются объем перевозок, тариф и транспортные затраты. Объем перевозки грузов в Республике Таджикистан за 2024г. составил 134408,1 тыс. тонн., а грузооборот за этот период 14064 млн. т-км. Анализ структуры показателей перевозки грузов и грузооборота в Республике Таджикистан за 2024г. показал, что доля автомобильного транспорта в общем объеме перевозок составляет 95% и 97,7% соответственно. Доля железнодорожного транспорта по грузовым перевозкам 4,9%, а по грузообороту 2,2%. Показатели перевозки грузов авиационным транспортом весьма незначительна (табл. 1 и 2).

Таблица 1 – Динамика объема перевозки грузов различными видами транспорта в Республике Таджикистан за 2019-2024гг., (тыс. тонн)

Показатели	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2024 к 2019	2024 к 2023
Перевозка грузов транспортом	85394,7	85381,9	94611,7	113941,3	120576,1	134408,1	157,4	111,5
в том числе:								
железнодорожным	5798,9	6305,3	5709,9	6104,2	6451,0	6712,9	115,8	104,1
воздушным	1,1	0,7	0,9	0,8	1,0	1,4	127,3	140
автомобильным- всего	79594,7	79075,9	88900,9	107836,3	114124,1	127693,8	160,4	111,9

Таблица 2 – Динамика объема грузооборота автомобильным транспортом в Республике Таджикистан за 2019-2024гг., (млн. тонн-км)

Показатели	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2024 к 2019	2024 к 2023
Грузооборот транспорта	7693,3	7800,8	8566,3	10702,3	12122,1	14064	182,8	116,0
в том числе:								
железнодорожный	231,7	273,4	253,2	274,1	303,9	319	137,7	105,0
авиационный	3,9	1,8	2,8	1,9	2,4	2,8	71,8	116,7
автомобильный- всего	7457,7	7525,6	8310,3	10426,3	11815,7	13742,2	184,3	116,3

Необходимо подчеркнуть, что за период 2019 по 2024 гг. наблюдается тенденция увеличения объемов грузовых перевозок всеми видами транспорта. Наибольший удельный прирост показывает автомобильный транспорт (0,6-0,8 раз).

Сравнительный анализ с региональными государствами. Позиции Республики Таджикистан в международных рейтингах логистической эффективности характеризуются значительным отставанием от соседних государств. Согласно данным Всемирного банка, по Индексу эффективности логистики (LPI) республика занимает 124-е место из 139 стран мира с общим баллом 2,5 (по пятибалльной шкале). Для сравнения: Казахстан располагается на 95-й позиции (2,7 балла), Узбекистан - на 107-й (2,6 балла), Кыргызстан - на 133-й (2,3 балла).

Наиболее проблемными компонентами индекса для Таджикистана являются качество транспортной инфраструктуры (оценка 2,2), способность отслеживать грузы (2,0) и своевременность доставки (2,8). Основные причины отставания Республики Таджикистан по Индексу LPI заключаются в следующем:

1. Географические ограничения (отсутствие выхода к морю, зависимость от транзитных стран, высокая стоимость строительства и эксплуатация дорог, некоторые ограничения сезонного характера и др.);

2. Низкая эффективность таможенных процедур (длительное оформление грузов на границе, избыточный документооборот, недостаточная цифровизация процессов и др.);

3. Недостатки в логистических услугах (нехватка профессиональных 3PL/4PL операторов и других специалистов в логистике, низкий уровень сервисов складирования и отслеживания грузов, проблемы мультимодальных перевозок и др.);

4. Некоторые ограничения в интеграцию международным коридорам (низкая вовлеченность в глобальные цепочки поставок, недостаточная или неэффективное использование имеющихся потенциалов и др.);

5. Институциональные и регуляторные проблемы (непрозрачность и нестабильность регулирования, административные барьеры, ограничения конкуренции в транспортном секторе и др.);

6. Высокая стоимость (зависимость от импорта топлива, запасных частей и других материалов, дополнительные транзитные сборы в соседних странах и др.).

Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости ускоренного внедрения систем мониторинга грузов и информатизации логистических процессов. Вместе с тем Республика Таджикистан демонстрирует относительно высокие показатели при ограниченных инвестиционных ресурсах, что свидетельствует о потенциале дальнейшего развития при условии наращивания финансирования.

Выявленные проблемы и противоречия. Несмотря на достигнутый прогресс, в сфере цифровизации транспортной отрасли Республики Таджикистан сохраняются объективные трудности. К их числу относятся:

- ограниченность финансовых ресурсов, конкурирующих с приоритетными инфраструктурными проектами (строительство гидроэнергетических объектов, модернизация энергосетей);

- недостаточное развитие телекоммуникационной инфраструктуры в горных и отдаленных районах, затрудняющее применение систем спутникового мониторинга;

- отсутствие международных соглашений о взаимном признании электронных транспортных документов с рядом соседних государств;

- дефицит квалифицированных кадров в сфере информационных технологий, специализирующихся на транспортной логистике.

Выводы и рекомендации

Рекомендации по совершенствованию механизмов цифровизации. На основании проведенного анализа и обобщения международного опыта предлагается комплекс мер, направленных на повышение эффективности информатизации транспортной отрасли:

1. Совершенствование нормативно-правовой базы. Необходимо разработать и принять отраслевую целевую программу «Цифровой транспорт Республики Таджикистан на 2026–2035 годы», предусматривающую конкретные индикаторы и этапы реализации. Целесообразно создание межведомственной комиссии по координации цифровых трансформаций при Правительстве республики.

2. Развитие инфраструктурных проектов. Приоритетным следует считать оснащение всех пограничных автомобильных переходов системами электронного документооборота и автоматического весогабаритного контроля. Рекомендуется создание единой национальной платформы цифровой логистики, интегрированной с международными системами отслеживания грузов.

3. Институциональные механизмы. Целесообразно внедрение механизмов государственно-частного партнерства в сфере цифровизации, включая налоговые стимулы для транспортных операторов, инвестирующих в информационные системы. Предлагается создание регионального центра компетенций по цифровому транспорту на базе ведущего технического вуза республики.

4. Международное сотрудничество. Необходимо активное продвижение инициатив по гармонизации цифровых стандартов в рамках СНГ и Организации экономического сотрудничества (ОЭС). Приоритетным направлением является присоединение к многостороннему договору об электронной накладной e-CMR и ускоренное внедрение системы e-TIR.

Таблица 3 – SWOT-анализ цифровизации транспортной отрасли Республики Таджикистан

Факторы внутренней среды	Факторы внешней среды
СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ (STRENGTHS):	ВОЗМОЖНОСТИ (OPPORTUNITIES):
Наличие координирующего органа (Центр цифровизации)	Председательство в СНГ и инициирование региональной стратегии
Высокий охват электронной паспортизацией	Интеграция в евразийский транспортный каркас
Положительная динамика сокращения перегрузов	Доступ к международным финансовым ресурсам (АБР, ЕБРР)
рост объемов перевозок	развитие электрообильности
СЛАБЫЕ СТОРОНЫ (WEAKNESSES):	УГРОЗЫ (THREATS):
Низкий индекс логистической эффективности	Географическая изолированность
Ограниченная протяженность железных дорог	Климатические риски и стихийные бедствия
Недостаточное развитие отслеживания грузов	Технологическое отставание от конкурентов
Дефицит инвестиций	Политическая нестабильность в регионе

Проведенное исследование позволяет констатировать, что цифровая трансформация транспортной отрасли Республики Таджикистан находится на стадии активного развития. Создание специализированных институтов, внедрение систем мониторинга и контроля, электронная инвентаризация инфраструктуры создают необходимую базу для дальнейшей модернизации.

Вместе с тем существующее отставание в международных рейтингах логистической эффективности требует принятия комплексных мер, направленных на преодоление институциональных и технологических барьеров. Реализация предложенных рекомендаций позволит к 2030 году повысить индекс LPI до уровня 3,0 балла, обеспечить рост транзитных перевозок на 40% и снизить логистические издержки участников внешнеэкономической деятельности. Наиболее важными, по нашему мнению, являются внедрение «единого окна» на таможне, цифровизация системы отслеживания грузов, организация цифровых логистических платформ, ускорение автоматизации складов, интеграция и использование единых программных обеспечений с соседними странами.

Литература

1. Schwab K. The Global Competitiveness Report 2019. Geneva: World Economic Forum, 2019. 648 p.
2. В Таджикистане увеличилось количество транспортных средств // НИАТ «Ховар». 2025. 26 октября. URL: <https://khovar.tj/rus/2025/10/v-tadzhikistane-uvlichilos-kolichestvo-transportnyh-sredstv-2/> (дата обращения: 11.02.2026).
3. О создании Государственного унитарного предприятия «Центр цифровизации транспортной отрасли» при Министерстве транспорта Республики Таджикистан: постановление Правительства Республики Таджикистан от 29 октября 2024 г. № 613. Душанбе, 2024.
4. Назван рост грузоперевозок Таджикистана // Бизнес Медиа. 2024. 18 октября. URL: <https://bm.ge/ru/news/nazvan-rost-gruzoperevozok-tadzikistana> (дата обращения: 11.02.2026).
5. В 2024 году в Таджикистане объем грузовых перевозок увеличился на 11,5%, а пассажирских – на 13,4% // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. 2025. 8 февраля. URL: <https://www.stat.tj/ru/v-2024-godu-v-tadzhikistane-obem-gruzovyh-perevozok-uvlichilsya-na-115-a-passazhirskih-na-134/> (дата обращения: 11.02.2026).
6. В Таджикистане объем грузоперевозок вырос на 15,4% за девять месяцев 2025 года // Авеста. 2025. 8 ноября. URL: <https://avesta.tj/2025/11/08/v-tadzhikistane-obem-gruzoperevozok-vyros-na-15-4-za-devyat-mesyatsev-2025-goda/> (дата обращения: 12.02.2026).
7. Таджикистан увеличил объёмы транзитных грузоперевозок // НИАТ «Ховар». 2025. 26 июля. URL: <https://khovar.tj/rus/2025/07/tadzhikistan-uvlichil-obyomy-tranzitnyh-gruzoperevozok/> (дата обращения: 12.02.2026).
8. Результаты деятельности Государственной службы по надзору и регулированию в области транспорта в 2024 году // Государственная служба по надзору и регулированию в области транспорта. 2025. 8 января. URL: <https://transcontrol.tj/ru/2025/01/08/> (дата обращения: 11.02.2026).
9. Таджикистан инвестирует миллиард долларов в транспортные коридоры Евразии // Sputnik Таджикистан. 2025. 11 декабря. URL: <https://tj.sputniknews.ru/20251211/tajikistan-investitsii-transport-koridor-evraziya-1073701235.html> (дата обращения: 12.02.2026).
10. Tajikistan at the bottom of the International Logistics Efficiency Ranking // Asia-Plus. 2025. 14 января. URL: <https://asiaplustj.info/en/node/344582> (дата обращения: 13.02.2026).

11. Экспертная группа одобрила проект Стратегии цифровизации основных мультимодальных транспортных коридоров государств – участников Содружества Независимых Государств // Министерство транспорта Республики Таджикистан. 2025. 18 июля. URL: <http://www.mot.tj> (дата обращения: 12.02.2026).

12. Digital Transformation of the Transport Sector in Tajikistan: OECD Digital Government Studies. Paris: OECD Publishing, 2023. 78 p. URL: <https://doi.org/10.1787/7c72d9a2-en> (дата обращения: 13.02.2026).

13. Саидзода, Ф. Ҳ. Таъсири рақамисозӣ ба нишондиҳандаҳои техника-истифодабарии фаъолияти нақлиёти мусофирбари шаҳри Душанбе ва самаранокии истифодаи он / Ф. Ҳ. Саидзода, Н. Ш. Мирзоева // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2026. – No. 1(73). – P. 160-168. – DOI 10.65599/II9332. – EDN AJWBVB.

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

TJ	RU	EN
Амонуллоев Икром Абдукаримович	Амонуллоев Икром Абдукаримович	Amonulloev Ikrom Abdukarimovich
номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент	кандидат экономических наук, доцент	Candidate of Economic Sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
E-mail: amonulloev-ikrom@mail.ru		
TJ	RU	EN
Мухаммедова Шабнам Саидхоҷаевна	Мухамедова Шабнам Саидходжаевна	Mukhamedova Shabnam Saidkhojaevna
ассистент	ассистент	assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Х.М. Шарипова, А.Б. Шарипова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья представляет анализ организационных и экономических аспектов цифровой трансформации транспортных предприятий в Республике Таджикистан с учетом факторов повышения конкурентоспособности. Она исследует развитие текущего состояния транспортного сектора, изучает скорость внедрения цифровых технологий, таких как системы GPS-мониторинга, ERP, CRM и TMS. Официальная статистика и официальные аналитические документы обобщают следующие тенденции развития транспортной отрасли в период 2018–2024 годов, основными из которых являются увеличение объема перевозок, рост роли транспорта в национальной экономике и усиление потребности в повышении качества управления. Подчеркивается значимость проблем цифрового разрыва между крупными и мелкими перевозчиками, а также актуальные государственные стратегии в области цифровизации (например, система электронных платежей «City Card» и переход на электронные транспортные документы). Доказано, что комплексная цифровая трансформация транспортных предприятий необходима для повышения их эффективности, устойчивости и рыночной позиции. Предложена структура и экономический механизм для улучшения конкурентоспособности с использованием технологических, организационных и институциональных подходов. В статье также показано, что цифровизация транспортной отрасли в Республике Таджикистан является не модернизацией частичного процесса, а стратегическим направлением развития, направленным на снижение затрат, прозрачность управления и укрепление конкурентных преимуществ транспортных предприятий.

Ключевые слова: автотранспортные предприятия, цифровизация, конкурентоспособность, транспортная логистика, ERP, CRM, TMS, цифровая экономика.

ТАБДИЛИ РАҚАМИИ КОРХОНАҲОИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ РАҚОБАТПАЗИРИИ ОНҲО ДАР ШАРОИТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Х.М. Шарипова, А.Б. Шарипова

Мақола таҳлили ҷанбаҳои ташкили ва иқтисодии табдили рақамии корхонаҳои нақлиётро дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо назардошти омилҳои баланд бардоштани рақобатпазирӣ пешниҳод менамояд. Он рушди ҳолати кунунии бахши нақлиётро меомӯзад, суръати ҷорӣ кардани технологияҳои рақамиро, ба монанди системаҳои мониторинги GPS, ERP, CRM ва TMS меомӯзад. Омори расмӣ ва ҳуҷҷатҳои расмӣ таҳлили тамоюлҳои зерини рушди соҳаи нақлиётро дар давраи солҳои 2018–2024 ҷамъбаст мекунанд, ки асосии онҳо афзоиши ҳаҷми нақлиёт, афзоиши нақши нақлиёт дар иқтисоди миллӣ ва афзоиши талабот ба баланд бардоштани сифати идоракунии мебошанд. Аҳамияти мушкилоти фарқияти рақамӣ байни интиқолдиҳандагони калон ва хурд, инчунин стратегияҳои муосири давлатӣ дар соҳаи рақамикунӣ (масалан, системаи пардохтҳои электронии "City Card" ва гузариш ба ҳуҷҷатҳои электронии нақлиёт) таъкид карда мешавад. Исбот шудааст, ки табдили ҳамаҷонибаи рақамии корхонаҳои нақлиётӣ барои баланд бардоштани самаранокӣ, устуворӣ ва мавқеи бозори онҳо зарур аст. Сохтор ва механизми иқтисодӣ барои беҳтар кардани рақобатпазирӣ бо истифода аз равишҳои технологӣ, ташкили ва институционалӣ пешниҳод карда шудааст. Дар мақола инчунин нишон дода шудааст, ки рақамикунӣ соҳаи нақлиёт дар Ҷумҳурии Тоҷикистон на навсозии раванди қисман, балки самти стратегияи рушд мебошад, ки ба кам кардани хароҷот, шаффофияти идоракунии ва таҳкими афзалиятҳои рақобати корхонаҳои нақлиётӣ равона шудааст.

Калидвожаҳо: корхонаҳои нақлиётӣ, рақамикунӣ, рақобатпазирӣ, логистикаи нақлиётӣ, ERP, CRM, TMS, иқтисоди рақамӣ.

DIGITAL TRANSFORMATION OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES AS A FACTOR OF ENHANCING THEIR COMPETITIVENESS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Kh.M. Sharipova, A.B. Sharipova

The article provides an analysis of the organizational and economic aspects of the digital transformation of transport enterprises in the Republic of Tajikistan, taking into account the factors of increasing competitiveness. She explores the development of the current state of the transport sector, examines the speed of implementation of digital technologies such as GPS monitoring systems, ERP, CRM and TMS. Official statistics and official analytical documents summarize the following trends in the development of the transport industry in the period 2018–2024, the main of which are the increase in traffic volume, the growing role of transport in the national economy and the increasing need to improve the quality of management. The importance of the problems of the digital divide between large and small carriers is emphasized, as well as current government strategies in the field of digitalization (for example, the City Card electronic payment system and the transition to electronic transport documents). It is proved that a comprehensive digital transformation of transport enterprises is necessary to increase their efficiency, sustainability and market position. The structure and economic mechanism for improving competitiveness using technological, organizational and institutional approaches are proposed. The article also shows that the digitalization of the transport industry in the Republic of Tajikistan is not a partial modernization process, but a strategic development direction aimed at reducing costs, transparency of management and strengthening the competitive advantages of transport enterprises.

Keywords: motor transport enterprises, digitalization, competitiveness, transport logistics, ERP, CRM, TMS, digital economy.

Введение

В условиях активного развития цифровой экономики и усиления конкуренции возрастает необходимость модернизации системы управления автотранспортными предприятиями. Для Республики Таджикистан транспортный сектор имеет стратегическое значение, поскольку обеспечивает внутренние экономические связи, мобильность

населения и развитие логистической инфраструктуры. Современные цифровые технологии, включая GPS-мониторинг, ERP-, CRM- и TMS-системы, становятся важным инструментом повышения эффективности деятельности транспортных предприятий, снижения затрат и улучшения качества услуг.

Целью исследования является изучение организационно-экономических аспектов цифровой трансформации автотранспортных предприятий Республики Таджикистан и определение её влияния на повышение конкурентоспособности транспортных организаций в современных условиях.

Методы исследования

В процессе исследования использованы методы статистического, сравнительного и системного анализа, а также методы экономического анализа и обобщения научной информации. Информационной базой исследования послужили статистические сборники Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, государственные программы и концепции цифрового развития, нормативно-правовые документы, аналитические материалы и научные публикации по вопросам цифровизации транспортной отрасли. Для оценки динамики развития транспортного сектора использованы показатели грузовых и пассажирских перевозок за 2018–2024 годы, а также данные об уровне внедрения цифровых технологий в автотранспортных предприятиях республики.

Результаты анализа и их обсуждение

Результаты исследования показали, что в Республике Таджикистан наблюдается устойчивый рост объемов грузовых и пассажирских перевозок автомобильным транспортом, что усиливает необходимость внедрения современных цифровых технологий в деятельность транспортных предприятий. Анализ статистических данных свидетельствует о повышении роли транспортного сектора в национальной экономике и росте требований к эффективности управления логистическими процессами.

В ходе исследования установлено, что уровень цифровизации автотранспортных предприятий остается неравномерным. Крупные предприятия активнее внедряют системы GPS-мониторинга, CRM-, ERP- и TMS-решения, тогда как малые перевозчики сталкиваются с ограниченностью финансовых и организационных ресурсов. Выявлен значительный цифровой разрыв между различными категориями транспортных организаций.

Проведенный анализ показал, что цифровая трансформация способствует сокращению эксплуатационных затрат, повышению прозрачности управления, оптимизации маршрутов и улучшению качества обслуживания клиентов. Особое значение имеют государственные инициативы в сфере цифровизации, включая внедрение электронных платежных систем, электронного документооборота и развитие цифровой инфраструктуры. Сделан вывод о том, что комплексная цифровая трансформация автотранспортных предприятий должна рассматриваться как стратегическое направление повышения их конкурентоспособности и устойчивого развития.

По мере того, как мировая экономика становится все более цифровой, конкурентоспособность предприятий теперь зависит не только от ресурсозатрат и масштабов операций, но и от того, насколько компании могут адаптироваться к новым технологическим условиям. В транспортном секторе цифровые решения особенно заметны своей способностью оптимизировать транспортные процессы, улучшать управляемость, снижать затраты и обогащать предоставление услуг [3, 6].

Этот вопрос особенно важен для Республики Таджикистан, так как автомобильно-транспортная сфера, как основной сектор национальной транспортной системы, значительно способствует развитию экономики и является критически важной для внутренней экономической связи страны [3, 6]. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года была построена на основе необходимости перехода к инновационной модели роста с акцентом на модернизацию реального сектора экономики, модернизацию инфраструктуры и внедрение современных технологий [3]. Явное заявление Концепции цифровой экономики Республики Таджикистан заключается в том, что цифровизация должна стать основой устойчивого экономического развития, повышения международной конкурентоспособности, увеличения производительности труда и качества жизни населения [2]. В ответ на это

Программа среднесрочного развития цифровой экономики на 2021–2025 годы определяет цифровизацию транспорта как самостоятельное направление, характеризующееся укреплением инфраструктуры, внедрением платформ, электронных услуг и механизмов управления [6].

Автомобильно-транспортная отрасль Республики Таджикистан характеризуется высоким экономическим и социальным давлением. Согласно статистическим сборникам, автомобильный транспорт является доминирующим видом транспорта, а его географические и природно-климатические условия также усиливают его системное значение [10; 11; 16]. Параллельно, как подчеркивается в многочисленных программных документах, транспортная инфраструктура республики все еще развивается неравномерно, и ее модернизация требует не только капитальных вложений, но и применения качественного подхода к обновлению управления [4; 5; 14]. Именно поэтому повышение конкурентоспособности предприятий автомобильного транспорта не может быть решено только за счет улучшения автопарка или расширения маршрута: в новую ситуацию должны быть внедрены цифровые модели управления. Официальная статистика указывает на непрерывное улучшение уровня транспортной активности.

Объем автомобильных грузоперевозок увеличился с 84 257,6 тыс. тонн в 2018 году до 127 693,8 тыс. тонн в 2024 году, что зарегистрировано в сборнике "Транспорт и связь Республики Таджикистан" [11]. Аналогичным образом, пассажирские перевозки автомобильным транспортом в целом увеличились с 602,6 млн пассажиров в 2018 году до 996,2 млн в 2024 году [11]. Таблица 1 и рис. 1 и 2 резюмирует эти результаты.

Таблица 1-Динамика перевозок автомобильным транспортом в Республике Таджикистан (2018–2024 гг.) [11]

Год	Грузоперевозки автомобильным транспортом, тыс. т	Пассажирские перевозки автомобильным транспортом, млн. пассажиров
2018	84 257,6	602,6
2019	79 594,7	619,2
2020	79 075,8	614,6
2021	88 900,9	703,1
2022	107 836,3	806,1
2023	114 124,1	876,7
2024	127 693,8	996,2

Источник: составлено по данным Статистического ежегодника Республики Таджикистан. Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025

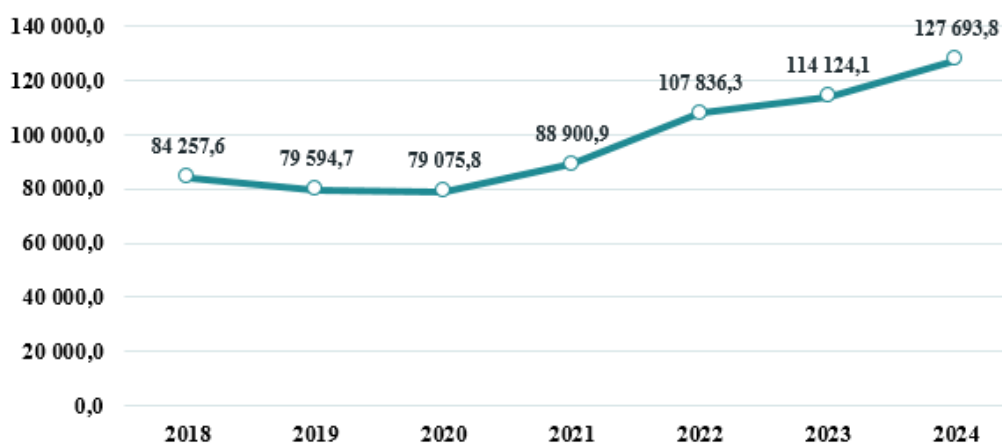


Рисунок 1 – Динамика грузоперевозок автомобильным транспортом в Республике Таджикистан (2018–2024 гг., тыс.тонн) [11]

Обобщённая динамика, по данным таблицы 1 и рисунков 1 и 2, приводит к двум радикально важным выводам. Во-первых, отрасль вошла в фазу ускоренного роста после относительного замедления в 2019–2020 годах. Во-вторых, с увеличением объемов

перевозок возрастает спрос на качество диспетчеризации, планирования загрузки, контроля затрат, технического обслуживания и взаимодействия с клиентами. То есть количественный рост рынка объективно усиливает необходимость цифровой трансформации. На рис. 3 и 4 приведены динамика грузоперевозок и пассажирских перевозок автомобильным транспортом в разрезе областей Республики Таджикистан (2018–2024 гг.)

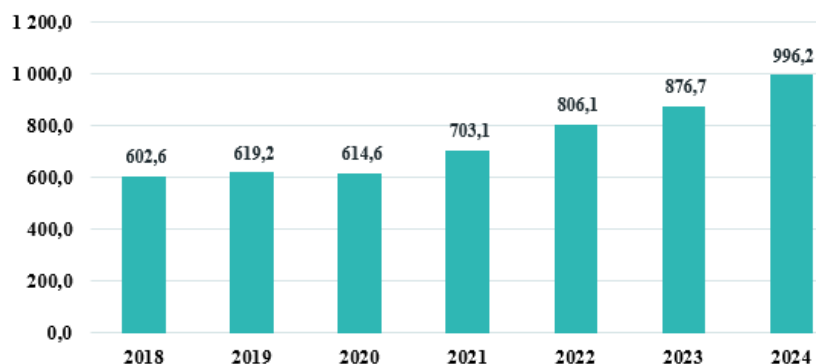


Рисунок 2 – Динамика пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Республике Таджикистан (2018–2024 гг., млн. пассажиров) [11]

Источник: составлено автором по данным из таблицы 1.

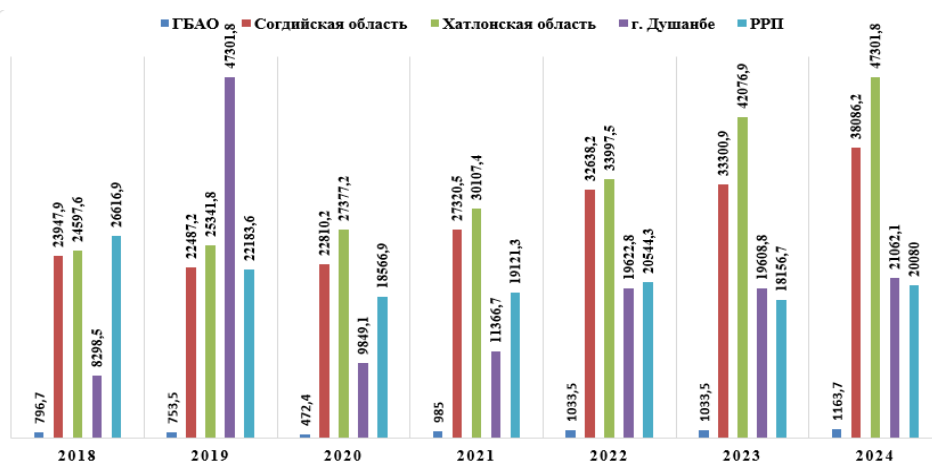


Рисунок 3 – Динамика грузоперевозок автомобильным транспортом в разрезе областей Республики Таджикистан (2018–2024 гг., тыс. тонн) [11]

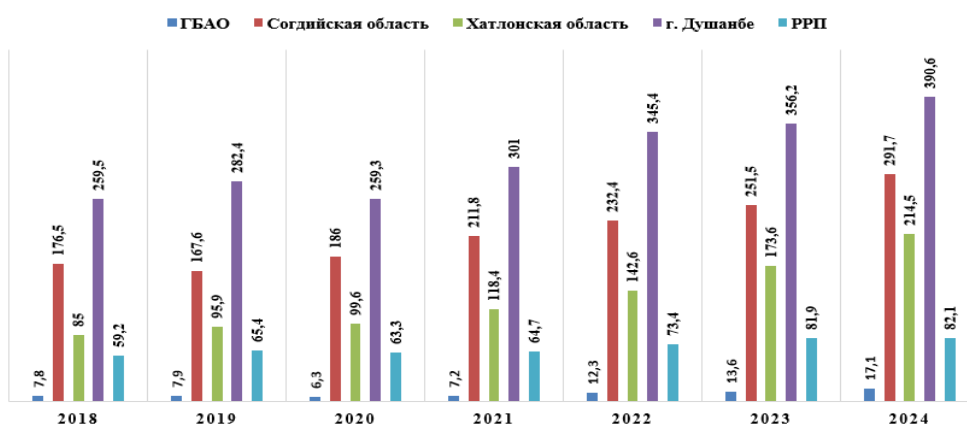


Рисунок 4 – Динамика пассажирских перевозок автомобильным транспортом в разрезе областей Республики Таджикистан (2018–2024 гг., млн. пассажиров) [11]

Источник: составлено по данным Статистического ежегодника Республики Таджикистан. Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025.

Рисунки 3 и 4 обобщают данные о динамике автомобильного транспорта в регионах Республики Таджикистан. Анализ диаграмм дает четкое представление о пространственной дифференциации транспортной активности, позволяет установить ведущие регионы по объему перевозок и измерить поведение региональных структур сектора автомобильного транспорта в наблюдаемый период.

Положительная динамика также сохраняется в макроэкономическом измерении. В Послании Президента Республики Таджикистан от 16 декабря 2025 года говорится, что в 2025 году объем валового внутреннего продукта достиг 173 миллиардов сомони, реальные темпы роста составили 8,4%, а ВВП на душу населения увеличился до 16,1 тысячи сомони [15]. Кроме того, подчеркивается, что за последние десять лет на развитие страны было направлено более 670 миллиардов сомони из всех источников финансирования, и что цифровые технологии, искусственный интеллект и возможности использования транзита, поддержка предпринимательства и улучшение инвестиционного климата являются приоритетами для дальнейшего роста [15].

В случае предприятий автомобильного транспорта это подчеркивает, что цифровизация теперь не является прерогативой отдельных компаний, а является неотъемлемой частью национального плана экономической трансформации. Этот аспект бюджетно-инвестиционного аспекта заслуживает особого внимания. Согласно статистическому ежегоднику, "Транспорт и связь Республики Таджикистан", расходы составили 67 839,9 тысяч сомони по утвержденному плану и 64 801,5 тысяч сомони по фактическому исполнению, что указывает на то, что транспортный сектор по-прежнему остаётся одним из основных направлений экономики [16]. Это вместе с международными проектами представляет собой институциональные предпосылки для промышленного технологического обновления. Между тем, увеличение транспортной активности само по себе не гарантирует увеличения конкурентоспособности предприятий. С другой стороны, при сохранении традиционных методов управления, увеличение объема перевозок приведет к большим потерям, неэффективному использованию подвижного состава, большому количеству холостых пробегов, перегрузке диспетчерских служб и низкому качеству обслуживания клиентов.

Вот почему цифровизация предприятий автомобильного транспорта так важна. Из доступных данных и экспертных отчетов очевидно, что цифровизация предприятий автомобильного транспорта в Таджикистане неравномерна. Крупные компании и государственные и муниципальные администрации разрабатывают индивидуальные решения, в то время как большая часть все еще полагается на традиционную систему учета и управления. Данные показывают, что системы GPS-мониторинга используются четвертью до трети предприятий, CRM-системы — менее чем 15 процентами компаний, а решения ERP и TMS составляют менее 10 процентов рынка. Это означает, что в большинстве случаев множество перевозчиков работают без полноценных цифровых инструментов [6; 12; 13]. В таблице 2 приводится оценка уровня внедрения цифровых решений в автотранспортных предприятиях Республики Таджикистан, и на рисунке 5 также приводится уровень цифровизации предприятий.

Данные в таблице 2 показывают огромный цифровой разрыв между крупными и мелкими перевозчиками. Большие компании имеют больше возможностей для инвестиций, более стабильную клиентскую базу и больше внимания при попытках внедрения цифровых операций в свою деятельность. Малые перевозчики имеют меньше финансовых ресурсов, что ограничивает человеческий потенциал, и, как и другие авиакомпании, они используют упрощенные формы учета, которые ограничивают прозрачность операций и препятствуют росту эффективности.

Таблица 2 – Оценка уровня внедрения цифровых решений в автотранспортных предприятиях Республики Таджикистан [6]

Цифровое решение	Оценка уровня внедрения
GPS-мониторинг и телематика	25–30%
CRM-системы	10–15%
ERP- и TMS-решения	менее 10%
Предприятия без комплексной цифровизации	до 70%

Источник: составлено по данным Среднесрочной программы развития цифровой экономики в Республике Таджикистан на 2021–2025 годы. Душанбе, 2021

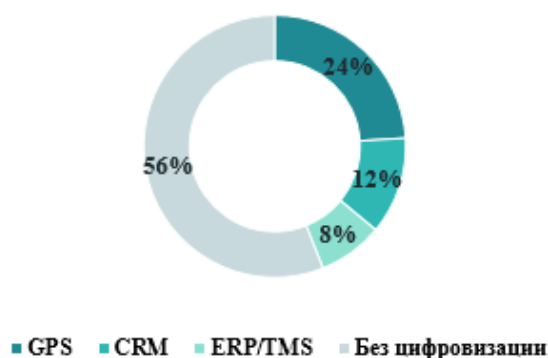


Рисунок 5 – Уровень цифровизации предприятий

Источник: составлено автором по данным из таблицы 2.

В результате, компании, наиболее подверженные конкуренции, оказываются наименее готовыми к цифровой трансформации. И в то же время с примерами внедрения в республике цифровизация оказалась успешной. В Душанбе существует электронная система оплаты для пассажиров «City Card», позволяющая гражданам оплачивать проезд в общественном транспорте [6].

Материалы по развитию цифровой экономики описывают, как эта система расширяется, и количество платежных карт выросло до 718 111 единиц [6]. Кроме того, цифровые устройства и системы управления рассматриваются в комплексе «City Card», который интегрирован с управлением движением общественного транспорта, соблюдением правил дорожного движения и повышением безопасности [6]. Эти случаи имеют фундаментальное значение для темы этой статьи, поскольку они демонстрируют конкретные управленческие и экономические эффекты процессов цифровизации, связанных с транспортной отраслью на сегодняшний день.

Второй значительной тенденцией цифровой трансформации является переход к электронным транспортным документам, цифровым накладным, приложениям для мобильных телефонов и мобильным приложениям с транспортным процессом [12; 13]. Эти приложения повышают прозрачность потока документов, облегчают время, снижают временные затраты, уменьшают административные нагрузки и снижают влияние человеческого фактора. В более общем смысле, такая логика подтверждается примером энергетического сектора: как описано в Послании Президента РТ, пример цифровой системы учета в энергетическом секторе подтверждает, что после внедрения современных систем потери резко сократились, а полнота учета платежей увеличилась [15]. Этот пример не относится к другой отрасли, но служит институциональным доказательством того, что цифровизация в Республике Таджикистан воспринимается государством как механизм устранения неэффективности и злоупотреблений.

Международный и инфраструктурный контекст также увеличивает контекст предмета: предполагается, что в Четвертой фазе Программы регионального экономического сотрудничества Центральной Азии (УРПСЦА-4) должны быть реализованы меры по повышению эффективности в организации трансграничной торговли, развитию дорожной инфраструктуры, управлению активами дорог, контролю за нагрузкой на оси и упрощению потока товаров и людей [14]. В результате, предприятия автомобильного транспорта Таджикистана станут более, если не менее, цифровыми, стандартизированными и институционально сложными в своей цепочке распределения. Компании, не готовые к цифровой интеграции, окажутся вне конкурентных позиций на внутреннем и зарубежном рынках. На организационном и экономическом уровне цифровая трансформация автотранспортных предприятий должна состоять не в «разбитом» предоставлении услуг или даже в «разграниченном» порядке, а в систематизации управления.

В этом смысле некоторые взаимосвязанные уровни механизма повышения конкурентоспособности кажутся подходящими для выделения. Первый этап — технологический. Это включает в себя GPS-трекинг, телематику, ERP, CRM и TMS решения. Их использование применяется для управления движением транспорта в

реальном времени, анализа маршрутов, управления расходом топлива, прогнозирования загрузки автопарка, автоматизации запросов клиентов, генерации отчетов и снижения потерь. Данные показывают, например, что мониторинг GPS может снизить расход топлива на 10–25%, системы TMS, минимизирующие холостые пробеги, сокращают их на 15–20%, а система CRM помогает увеличить удержание клиентов примерно на 20% [12].

Второй уровень — это организационный. Он связан с переходом от интуитивного и фрагментарного управления к управлению на основе данных. Здесь задействована основная функция работы: обновление внутренних бизнес-процедур, развитие цифровых навыков персонала, стандартизация процедур, электронный документооборот и разработка аналитической системы поддержки управленческих решений. Без организационной реструктуризации программное обеспечение не выполняет свою задачу (даже если это современное ПО), так как цифровые системы начинают воспроизводить старые неэффективные процессы вместо их замещения.

Третий уровень — институциональный. Он включает в себя государственную помощь и продвижение цифровизации, создание нового нормативного аппарата, поощрение безналичных платежей и создание телекоммуникационной инфраструктуры, обучение персонала и помощь малому бизнесу в использовании и адаптации технологий. В Послании Президента РТ подчеркивается необходимость полного перехода к цифровому подходу к государственным финансам, развитие высокоскоростного интернета, распространение платежной инфраструктуры, увеличение доли безналичных платежей и подготовка специалистов в области цифровой экономики [15]. Такие приоритеты тесно связаны с работой по цифровой трансформации транспортных компаний.

Следовательно, рост конкурентоспособности транспортных предприятий в Республике Таджикистан зависит не только от внутренних стратегий компаний, но и от институциональных условий. Хотя крупные корпорации способны внедрять цифровые решения как отдельные системы и вносить в них изменения (особенно за свой счет), массовая цифровая модернизация сектора невозможна без поддержки малого и среднего сегмента. В противном случае цифровой разрыв будет расти, и сам рынок станет гораздо более перекошенным.

Заключение

1. Транспортный сектор Республики Таджикистан является системообразующим аспектом национальной экономики, играя ключевую роль в перевозке грузов и пассажиров.

2. По мере роста транспортной активности промышленное значение сектора в экономике увеличивается, и спрос на эффективность работы транспортных предприятий неуклонно растет [10; 11; 16].

3. Количественное развитие отрасли не сопровождалось адекватной степенью технической модернизации, что отражается в низком уровне внедрения ERP, CRM, TMS систем и других цифровых решений [6; 12; 13].

4. В отрасли сформировался явный цифровой разрыв между крупными и мелкими фирмами, усиливающий неравномерность структуры рынка и ограничивающий конкурентоспособность малых фирм.

5. Государственные инициативы на пути цифровизации — например, система «City Card» и безналичные системы; или переход на безбумажные платежи государством и электронные документы — создают основу для трансформации отрасли, но являются фрагментарными [6; 13; 15].

6. Для того чтобы транспортные предприятия имели более привлекательную рыночную конкурентоспособность, требуется единая структура для улучшения организации логистических предприятий на технологическом, организационном и институциональном уровнях для повышения конкурентоспособности операций.

7. Цифровая трансформация не должна означать только внедрение технологий, но и изменение управленческого поведения и развитие человеческих ресурсов, создание человеческих ресурсов, а также развитие административных механизмов, которые должны поддерживаться государством. И поддержка со стороны государственных механизмов изменяется.

8. Цифровизация транспортного сектора должна рассматриваться как стратегическое направление развития не только для снижения затрат и повышения прозрачности, но и для повышения конкурентоспособности предприятий.

Рецензент: Ходжахонов А.А. – к.э.н., доцент, зав. кафедрой экономической теории Института мировой экономики и дипломатии МУПТЭП.

Литература

1. Налоговый кодекс Республики Таджикистан. [Электронный ресурс]: <https://andoz.tj>
2. Концепция цифровой экономики в Республике Таджикистан. Утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2019 года, №642.
3. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. Душанбе, 2016.
4. Программа среднесрочного развития Республики Таджикистан на 2016–2020 годы. Душанбе, 2016.
5. Программа среднесрочного развития Республики Таджикистан на 2021–2025 годы. Душанбе, 2021.
6. Среднесрочная программа развития цифровой экономики в Республике Таджикистан на 2021–2025 годы. Душанбе, 2021.
7. Закон Республики Таджикистан «Об инвестициях». Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан. 2016. №3.
8. Кадыров Д.Б. Экономика Таджикистана в условиях цифровой трансформации. Душанбе: Ирфон, 2022.
9. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016.
10. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. [Электронный ресурс]: <https://www.stat.tj>
11. Транспорт и связь Республики Таджикистан: статистический сборник. Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025.
12. Электронный ресурс: <https://narodnaya.tj/2025/04/24/cifrovizacija-transportnogo-sektora/>
13. Электронный ресурс: <https://clck.ru/3SpGvy>
14. Четвёртая фаза программы улучшения дорожных путей сообщения в Центральной Азии (УРПСЦА-4): окончательный отчёт по оценке воздействия на окружающую и социальную среду по подпроектам в ГБАО. Министерство транспорта Республики Таджикистан, 2022.
15. Послание Президента Республики Таджикистан Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 16 декабря 2025 года.
16. Статистический ежегодник Республики Таджикистан. Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025.
17. Страновая стратегия Евразийского банка развития по Республике Таджикистан на 2022–2026 годы.
18. Электронный ресурс: <https://medt.tj/ru/strategiy-i-programmi/tsifrovaya-ekonomika>
19. Саидзода, Ф. Ҳ. Таъсири рақамисозӣ ба нишондиҳандаҳои техникӣ-истифодабарии фаъолияти нақлиёти мусофирбари шаҳри Душанбе ва самаранокии истифодаи он / Ф. Ҳ. Саидзода, Н. Ш. Мирзоева // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2026. – No. 1(73). – P. 160-168. – DOI 10.65599/III9332. – EDN AJWBYB.
20. Электронный ресурс: <https://avesta.tj/2021/12/02/tadzhikistan-na-puti-k-tsifrovoy-ekonomike/>

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

TJ	RU	EN
Шарипова Хуршеда Музафаровна	Шарипова Хуршеда Музафаровна	Sharipova Khursheda Muzafarovna
PhD докторант	PhD докторант	PhD doctoral student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: shkhursheda.0293@gmail.com		
TJ	RU	EN
Шарипова Адолат Бурхановна	Шарипова Адолат Бурхановна	Sharipova Adolat Burkhanovna
муаллими калони кафедраи менеджменти истеҳсоли	старший преподаватель кафедры производственного менеджмента	Senior lecturer of the Production Management Department
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: adolat.sharipova2016@gmail.com		

ИНТЕГРАЦИЯ BIM –ТЕХНОЛОГИЙ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЫ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

О.О. Сафарова, М.Б. Хайруллоева, У.Дж. Рахимов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье исследуются механизмы применения BIM – технологий, искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (ML) при формировании сметной стоимости строительных объектов. Рассмотрены принципы 5D-моделирования, алгоритмы прогнозирования затрат и их интеграция в систему инвестиционного планирования. Обосновано, что цифровая трансформация расчета стоимости повышает точность прогнозирования, снижает бюджетные отклонения и формирует предпосылки адаптивного ценообразования.

Ключевые слова: BIM, ML, 5D-моделирование, искусственный интеллект, машинное обучение, сметная стоимость, цифровизация строительства, прогнозирование затрат.

ИНТЕГРАТСИЯИ ТЕХНОЛОГИЯҲОИ BIM, ЗЕҲНИ СУНӢ ВА ОМУӢШИ МОШИНҲО БА РАВАНДҲОИ ҲИСОБ КАРДАНИ АРЗИШИ СОХТМОН

О.О. Сафарова, М.Б. Хайруллоева, У.Ҷ. Раҳимов

Ин мақола истифодаи технологияҳои BIM, зеҳни сунӢ (AI) ва омуӢши мошинҳоро (ML) дар баҳодиҳии хароҷот барои лоиҳаҳои сохтмонӣ меомӯзад. Он принсипҳои моделсозии 5D, алгоритмҳои пешгӯии хароҷот ва ҳамгироии онҳоро ба системаи банақшагирии сармоягузорӣ баррасӣ мекунад. Он нишон медиҳад, ки табдили рақамии баҳодиҳии хароҷот дақиқии пешгӯиро беҳтар мекунад, фарқиятҳои бучаро коҳиш медиҳад ва барои нархгузори мутобикшавӣ замина фароҳам меорад.

Калидвожаҳо: BIM, ML, моделсозии 5D, зеҳни сунӢ, омуӢши мошинсозӣ, сметаи хароҷот, рақамисозии сохтмон, пешгӯии хароҷот.

INTEGRATION OF BIM TECHNOLOGIES, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND MACHINE LEARNING INTO CONSTRUCTION COST CALCULATION PROCESSES

O.O. Safarova, M.B. Khairulloeva, U.J. Rahimov

This article explores the application of BIM technologies, artificial intelligence (AI), and machine learning (ML) in cost estimation for construction projects. It examines the principles of 5D modeling, cost forecasting algorithms, and their integration into an investment planning system. It demonstrates that digital transformation of cost estimation improves forecasting accuracy, reduces budget variances, and creates the foundation for adaptive pricing.

Keywords: BIM, ML, 5D modeling, artificial intelligence, machine learning, cost estimation, digitalization of construction, cost forecasting.

Введение

Внедрение цифровых технологий в строительную отрасль является одним из перспективных направлений модернизации экономики. В условиях глобальной цифровой трансформации развитие строительной отрасли Республики Таджикистан напрямую связано с реализацией государственной политики в сфере цифровизации экономики. В соответствии с Концепцией цифровой экономики Республики Таджикистан [1] одним из приоритетных направлений развития страны определено внедрение цифровых технологий в отрасли экономики, включая строительство, промышленность, транспорт и систему государственного управления. Дополнительное развитие данных направлений отражено в Среднесрочной программе развития цифровой экономики Республики Таджикистан на 2026 – 2030 годы, целью которой является ускорение цифровой трансформации экономики [2]. Одно из самых сильных положений Стратегии развития строительной отрасли Республики Таджикистан на период до 2030 года – это развитие информационного моделирования при разработке градостроительной документации, где фактически речь идет о внедрении BIM – технологий (цифровая 3D-модель объекта, расчет стоимости, контроль сроков, анализ инженерных систем, управление жизненным циклом) [3]. Реализация данных стратегических документов формирует институциональную основу для внедрения BIM – технологий, искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (ML) в систему ценообразования строительной отрасли Республики Таджикистан. Процесс цифровизации различных отраслей экономики во многих странах мира достиг высоких темпов. Для Республики Таджикистан интеграция BIM – технологий, искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (ML) может стать важным инструментом повышения эффективности управления строительными проектами и совершенствования системы ценообразования. Актуальность исследования обусловлена необходимостью глубокой модернизации строительной отрасли Республики Таджикистан через цифровую трансформацию.

Методы исследования

В работе применен системный подход к анализу уровней «измерений» BIM (от 3D до 10D) с акцентом на 5D-моделирование как ключевой инструмент стоимостного инжиниринга. Используются методы математического моделирования для описания процесса автоматического извлечения объемов ресурсов (Q_i) и формирования стоимости (C). Также рассмотрены алгоритмы машинного обучения для построения прогнозных моделей на основе параметров площади, этажности и региона строительства.

Строительная отрасль является одной из тех сфер экономики, которая требует значительных инвестиционных ресурсов. Успешная реализация инвестиционно-строительных проектов и их эффективность во многом зависят от точности определения стоимости строительства на всех стадиях жизненного цикла объекта. Традиционные методы расчета сметной стоимости основаны на использовании нормативных баз, ресурсных элементов сметных норм и ручной обработке значительных объемов информации. Данный подход нередко сопровождается рядом недостатков, включая высокую трудоемкость расчетов, вероятность ошибок при определении объемов строительных работ, а также ограниченные возможности оперативного анализа альтернативных проектных решений. В условиях усложнения проектных решений и ускорения технологического прогресса возрастает необходимость в динамических инструментах расчета. Поэтому современное развитие строительной отрасли тесно связано с внедрением цифровых технологий, которые меняют не только процесс проектирования и возведения объектов, но и сферу сметно-договорной работы [4].

На данном этапе цифровизации все более активно используются технологии искусственного интеллекта. Развитие цифровых технологий, в частности информационного моделирования (BIM) и алгоритмов машинного обучения, открывает новые возможности для автоматизации процессов планирования и расчета объемов работ и стоимости строительства, позволяет анализировать данные и прогнозировать финансовые риски на основе математических моделей.

BIM – модель (Building information modeling) представляет собой цифровой прототип объекта, содержащий данные о геометрии, материалах, объемах и временных параметрах [6].

BIM представляет собой точные данные об объемах работ и ресурсах. На базе этих данных можно автоматически формировать сметы, анализировать стоимость изменений и управлять бюджетом. В этом аспекте BIM становится основой для цифрового стоимостного инжиниринга. Основные возможности BIM в стоимостном инжиниринге это связь элементов модели с расценками, обновление смет в режиме реального времени, проверка соответствия бюджета на ранних стадиях и самое главное автоматический подсчет объемов строительных работ на основе параметров модели, что позволяет значительно сократить время подготовки сметной документации и уменьшить вероятность ошибок при определении объемов работ. То есть, в процессе интеграции BIM с системами сметного расчета происходит автоматическое извлечение информации о конструктивных элементах здания и их преобразование в ресурсные показатели. То есть, модель, основанная на BIM-технологии, включает в себя всю необходимую информацию о здании. В ней хранится полное описание каждого конструктивного элемента будущего объекта, а также его взаимосвязь с другими элементами, что дает возможность, основываясь на пространственно-временной модели, понять, сколько будут стоить определенные строительные работы, а также посчитать предполагаемый бюджет строительства на конкретной его стадии [8].

Таким образом, технологии BIM трансформируют традиционные подходы к проектированию и управлению строительством, переходя от статичных чертежей к динамическим информационным моделям. В рамках данной трансформации BIM особую роль играет концепция «размеров» (dimensions) BIM, отражающая эволюцию модели от геометрического представления к комплексной системе управления данными, то есть уровни информации, добавляемые к 3D – модели здания. Каждое последующее измерение BIM дополняет модель новыми параметрами.

Наряду с выше представленными в таблице размерами BIM в будущем планируется применение 9D BIM, которое фокусируется на бережливом строительстве, а именно сокращении отходов и совершенствовании процессов производства и технологии

10D BIM (индустриальное строительство), которое объединяет BIM-модели с датчиками IoT, автоматизацией и искусственным интеллектом для создания интеллектуальных, адаптивных зданий.

Таблица 1– Основные «размеры» BIM

№	уровень измерения	основное содержание	функция
1.	3D BIM	геометрическая модель объекта-является базовым уровнем BIM и представляет собой трёхмерную модель: X, Y, Z	визуализация и проектирование
2.	4D BIM	добавляет к 3D-модели временное измерение – календарный график строительства, отражающая процесс возведения объекта во времени	планирование времени строительства и последовательность работ
3.	5D BIM	при переходе к 5D-модели добавляется стоимостная составляющая, которая связывается с геометрией и временем	сметные расчеты и подсчет объемов работ
4.	6D BIM	фокусируется на устойчивом развитии: эксплуатация, устойчивость, энергоэффективность и экологичность	управление жизненным циклом
5.	7D BIM	фокусируется на полном управлении объектом после строительства, обеспечении бесперебойной эксплуатации здания и долгосрочного управления активами	управление активами
6.	8D BIM	повышает безопасность строительства за счет соблюдения мер безопасности в соответствии нормативным требованиям	охрана труда и техника безопасности

Для определения сметной стоимости объекта наиболее важны 5D-модели, потому что они напрямую связаны с формированием стоимости. Расчет стоимости осуществляется автоматически:

$$C = \sum_{i=1}^n (Q_i * P_i) \quad (1)$$

где:

Q_i – объём ресурса из модели;

P_i – цена единицы ресурса.

Основными этапами функционирования 5D-моделирования являются:

- автоматический подсчет объемов работ – количественные параметры извлекаются непосредственно из модели;
- формирование сметной стоимости – интеграция BIM с базой сметных норм и цен;
- анализ стоимости проектных решений – позволяет сравнивать различные варианты конструкций и материалов;
- контроль бюджета проекта.

При применении 5D-модели происходит автоматическое извлечение объемов, синхронизируются проектные изменения со сметой, снижается вероятности арифметических ошибок, ускоряется подготовка проектно-сметной документации.

«Использование 5D сметы ускоряет работу сметчиков на 70%» - выяснили пользователи программы и выделили основные преимущества:

- 1) точность сметного расчета, исключение ошибок за счет человеческого фактора;
- 2) удобство работы за счет автоматической привязки сметных нормативов к элементам модели;
- 3) автоматическое формирование 70 % объема по каждой смете;
- 4) контроль изменений в проекте [9].

Искусственный интеллект сегодня воспринимается не просто как вспомогательный инструмент, а как полноценный участник процесса планирования расходов. ИИ может использоваться для обработки больших массивов данных, связанных со строительными проектами. Основные направления применения ИИ в расчете стоимости строительства включают автоматическую классификацию строительных элементов, анализ стоимости

аналогичных проектов, выявление отклонений и ошибок в сметной документации, оптимизацию ресурсных затрат.

Алгоритмы искусственного интеллекта способны выявлять закономерности формирования сметной стоимости.

Методы машинного обучения позволяют формировать прогнозные модели стоимости строительства на основе анализа данных о реализованных проектах. Они способны учитывать десятки факторов: региональные коэффициенты, сезонность цен, валютные колебания, логистические расходы [6]. Наиболее распространенные задачи применения ML – алгоритмов включают:

- прогнозирование сметной стоимости объектов;
- оценку влияния факторов на стоимость строительства;
- выявление рисков превышения бюджета.

Алгоритмы ML позволяют прогнозировать на основе обучающей выборки завершенных проектов.

Общая модель прогнозирования следующая:

$$C_{\text{прог}} = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2)$$

где параметры X_n включают площадь, этажность, класс сложности, регион строительства, сроки реализации, тип применяемых конструкций.

Интеграция ИИ и BIM позволяет автоматизировать расчет объемов материалов, учитывая реальные чертежи и 3D-модели объекта, что приводит к уменьшению риска недочёта или перерасхода ресурсов. В таблице 2 приведены преимущества использования ИИ:

Таблица 2 – Преимущества использования искусственного интеллекта

№ п/п	Преимущества	Обоснование
1.	Скорость	расчет сметы, который раньше занимал дни, можно выполнить за минуты
2.	Точность	снижение уровня ошибок, связанных с человеческим фактором
3.	Актуальность данных	автоматическое обновление цен и расчет смет с учетом последних рыночных изменений
4.	Прозрачность	возможность детально отследить, как формировалась каждая статья
5.	Адаптивность	алгоритмы учатся на новых проектах, постоянно повышая точность расчетов

Применение искусственного интеллекта в сметном деле имеет и другие преимущества, например, снижение влияния человеческого фактора – неправильный выбор норм, пропуск работ, арифметические неточности, в результате которого повышается надежность и достоверность сметной документации.

Для создания единой интеллектуальной цифровой системы управления инвестиционно-строительными проектами, обеспечивающей повышение точности, эффективности и обоснованности принимаемых решений на всех этапах жизненного цикла объекта, нужна интеграция BIM-технологий, искусственного интеллекта и машинного обучения (табл.3).

В таблице 3 представлена модель последовательной интеграции цифровых технологий в систему сметного расчета стоимости строительства. BIM – технологии выступают в качестве основного источника структурированных данных, позволяя автоматически получать информацию об объемах работ и ресурсах. Искусственный интеллект выполняет функции анализа и проверки данных, выявляя ошибки и оптимизируя структуру затрат. Методы машинного обучения используются для прогнозирования стоимости и оценки рисков превышения бюджета на основе анализа массивов данных реализованных строительных проектов. В результате формируется интеллектуальная система управления стоимостью строительства, обеспечивающая более высокий уровень точности сметных расчетов и повышение эффективности инвестиционно-строительных проектов.

Мировой опыт показывает, что внедрение BIM – технологий может существенно повысить эффективность управления строительством. В некоторых проектах использование BIM позволило снизить себестоимость строительства до 20% за счет оптимизации процессов проектирования и управления ресурсами.

Таблица 3 – Интеграции BIM-технологий, ИИ и ML в расчете стоимости строительства

Этап	Цифровая технология	Основные процессы	Результат
1. Формирование цифровой модели объекта	BIM	Создание информационной модели здания, включающей геометрию, конструктивные элементы и технические параметры	Цифровая модель объекта строительства
2. Извлечение количественных параметров	BIM + базы данных	Автоматическое определение объемов работ, материалов, конструкций и оборудования	Ведомость объемов работ
3. Интеграция со сметно-нормативной базой	BIM + сметные программы	Сопоставление элементов модели с ресурсными элементами сметных норм	Формирование ресурсной модели стоимости
4. Проверка и анализ данных	ИИ	Проверка корректности данных, анализ затрат по аналогичным проектам	Оптимизированные параметры стоимости
5. Прогнозирование стоимости	Машинное обучение	Анализ исторических данных проектов, построение прогнозных моделей стоимости	Прогноз сметной стоимости объекта
6. Оптимизация проектных решений	ИИ + ML	Сравнение альтернативных вариантов конструкций и технологий	Выбор экономически эффективного решения
7. Управление стоимостью проекта	Интегрированная цифровая система	Мониторинг затрат на всех стадиях жизненного цикла объекта	Повышение точности и прозрачности смет

В настоящее время использование BIM-технологий в странах Центральной Азии находится на стадии постепенного внедрения. Отдельные проектные и архитектурные компании применяют цифровое моделирование зданий при разработке проектной документации и координации строительных работ. В целом, можно отметить, что распространение BIM-технологий пока не охватывает все этапы жизненного цикла строительных объектов и требует развития нормативной базы и подготовки специалистов [7].

Несмотря на высокий потенциал и широкое применение цифровизации в развитых странах, внедрение данной системы в Таджикистане сталкивается с рядом проблем:

- недостаточная нормативно-методическая база цифрового проектирования;
- ограниченный уровень цифровой подготовки специалистов - сметчиков;
- недостаток единой базы строительных данных и ресурсов;
- необходимость модернизации сметно-нормативной системы.

Для эффективного внедрения интегрированной системы BIM – ИИ – ML в строительную отрасль Республики Таджикистан рекомендуется реализовать следующие меры:

На государственном уровне: Разработать и утвердить национальные стандарты информационного моделирования (BIM - стандарты), гармонизированные с международными требованиями.

На отраслевом уровне: Создать единую цифровую национальную базу данных завершенных строительных проектов для обучения моделей ML-алгоритмов и актуализировать сметно-нормативную систему.

В образовательной сфере: Пересмотреть учебные программы для подготовки специалистов, обладающих компетенциями одновременно в экономике строительства и в области цифрового моделирования и анализа данных.

Несмотря на высокий потенциал цифровизации, исследование имеет ряд ограничений. В работе не проводилось практическое тестирование алгоритмов машинного обучения на базе реальных строительных проектов Республики Таджикистан. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку прикладных моделей прогнозирования стоимости строительства с использованием локальных статистических данных.

Выводы

Проведенное исследование доказывает, что интеграция BIM – технологий, искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет существенно повысить эффективность процессов расчета стоимости строительства и обеспечивает автоматическое получение достоверных данных об объемах работ и ресурсах, что снижает трудоемкость подготовки сметной документации, формирует интеллектуальную цифровую среду и модель расчета стоимости строительства, обеспечивающую более высокую точность и адаптивность по сравнению с традиционными методами. Переход к 5D-моделированию и предиктивной аналитике позволяет не только автоматизировать расчет текущих затрат, но и эффективно управлять стоимостью на всех стадиях жизненного цикла объекта, обеспечивая прозрачность и обоснованность инвестиционных решений.

Рецензент: Амонуллозода С. – директор ТУТ «Центр ценообразования в строительной отрасли».

Литература

1. Концепция цифровой экономики Республики Таджикистан, утвержденная постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2019 года № 642
2. Среднесрочная программа развития цифровой экономики Республики Таджикистан на 2026 – 2030 годы. - Душанбе, 2025
3. Стратегия развития строительной отрасли Республики Таджикистан на период до 2030 года, от 27 апреля 2022 года № 203
4. Сигалов А.Н. Применение BIM и искусственного интеллекта в сметных расчетах: на примере тоннельного строительства в Гродно. Журнал: Сметно-договорная работа в строительстве. № 11, 2025 г.
5. Смышляев В.А. Информационные технологии в строительстве. – Учебное пособие
6. Love P.E., Matthews J. Building a Digital Future: Innovative methods for project cost analysis. – Elsevier, 2023.
7. Хабибуллаев Ш.А. Особенности информационного моделирования здания в организации строительства. (2023). Сейсмическая безопасность зданий и сооружений, 1(1), 130-132. <https://inlibrary.uz/index.php/seismic-safety-buildings/article/view/27565>
8. Интеграция смет и BIM - проектов / Л.Б.Зеленцов, Я.А.Кокарева, Н.Г. Акопян, Д.В. Пирко/ Строительное производство. – 2020. - № 2 – с. 29-34.
9. Никитина Е.А. Внедрение BIM-технологий в сметную документацию/ Е.А.Никитина// Инженерный вестник Дона. – 2020. - № 12(72). – с.1-9. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6725

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

TJ	RU	EN
Сафарова Окила Одинаевна	Сафарова Окила Одинаевна	Safarova Okila Odinaevna
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidate of technical sciences, Assistant professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: cafárova_o@mail.ru		
TJ	RU	EN
Хайруллоева Мадина Бахтиеровна	Хайруллоева Мадина Бахтиеровна	Khairulloeva Madina Bahtiyorovna
магистрант	магистрант	magistrant
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: madina.safarova.03@bk.ru		
TJ	RU	EN
Раҳимов Уктам Ҷумакулович	Рахимов Уктам Джумакулович	Rahimov Uktam Jumakulovich
ассистент	ассистент	assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi

НАЗАРИЯҶОИ КЛАССИКӢ ВА МУОСИРИ АМНИЯТИ ИҚТИСОДӢ ВА ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҶОИ ДАВЛАТӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

С.С. Ниёззода

Агентии захираҳои моддии давлатии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон

Мақола ба омӯзиши асосҳои назариявии амнияти иқтисодӣ ва идоракунии захираҳои моддии давлатӣ дар партави назарияҳои классикӣ (Тюрго, Смит, Рикардо, Сэй, Маршал, Кейнс) ва муосири иқтисодӣ бахшида шудааст. Дар мисоли Ҷумҳурии Тоҷикистон, нақши захираҳои стратегӣ дар таъмини устувории бозор, коҳиш додани вобастагии хориҷӣ ва пешгирии бухронҳо баррасӣ мешавад. Таҳлил нишон медиҳад, ки ин захираҳо унсӯри калидии амнияти миллӣ мебошанд ва мероси илмӣ метавонад сиёсати давлатиро тақмил диҳад.

Калидвожаҳо: амнияти иқтисодӣ, захираҳои моддии давлатӣ, назарияҳои классикӣ, идоракунии иқтисодӣ, Тоҷикистон.

КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

С.С. Ниёззода

Статья посвящена изучению теоретических основ экономической безопасности и управления государственными материальными резервами в свете классических (Тюрго, Смит, Рикардо, Сэй, Маршал, Кейнс) и современных экономических теорий. На примере Республики Таджикистан рассматривается роль стратегических резервов в обеспечении стабильности рынка, снижении внешней зависимости и предотвращении кризисов. Анализ показывает, что эти резервы являются ключевым элементом национальной безопасности, и научное наследие может совершенствовать государственную политику.

Ключевые слова: экономическая безопасность, государственные материальные резервы, классические теории, экономическое управление, Таджикистан.

CLASSICAL AND MODERN THEORIES OF ECONOMIC SECURITY AND PUBLIC RESOURCE MANAGEMENT IN TAJIKISTAN

S.S. Niyozzoda

The article is devoted to the study of the theoretical foundations of economic security and the management of state material reserves in the light of classical (Turgot, Smith, Ricardo, Say, Marshall, Keynes) and modern economic theories. Using the example of the Republic of Tajikistan, the role of strategic reserves in ensuring market stability, reducing external dependence, and preventing crises is examined. The analysis shows that these reserves are a key element of national security, and the scientific heritage can improve state policy.

Keywords: economic security, state material reserves, classical theories, economic management, Tajikistan.

Муқаддима

Дар шароити ҷаҳонишавии иқтисодиёт ва афзоиши таҳдидҳои геоиқтисодӣ, масъалаи таъмини амнияти иқтисодӣ ба яке аз самтҳои калидии сиёсати давлатӣ табдил ёфтааст. Амнияти иқтисодӣ ҳамчун ҷузъи муҳимми амнияти миллӣ на танҳо устувории рушди иқтисодӣ, балки қобилияти давлатро барои ғифти манфиатҳои миллӣ, таъмини бозори дохилӣ бо молҳои стратегӣ ва коҳиш додани вобастагии аз омилҳои беруна инъикос менамояд. Дар ин раванд, идоракунии самараноки захираҳои моддии давлатӣ ҳамчун абзори муҳимми сиёсати иқтисодӣ ва механизми таъмини суботи бозор аҳамияти махсус касб мекунад.

Дар шароити ноустувории бозорҳои ҷаҳонӣ, тағйирёбии нархҳои захираҳои энергетикӣ, бухронҳои иқтисодӣ ва офатҳои табиӣ, давлатҳо кӯшиш менамоянд, ки тавассути ташаккул ва идоракунии захираҳои стратегӣ амнияти иқтисодии худро таҳким бахшанд. Захираҳои моддии давлатӣ имконият медиҳанд, ки давлат дар ҳолатҳои фавқулода ва бухронӣ таъминоти бозорро бо молҳои зарурӣ таъмин намуда, аз болоравии шадиди нархҳо ва норасоии молҳо пешгирӣ намояд. Аз ин рӯ, омӯзиши асосҳои назариявии идоракунии захираҳои моддӣ ва нақши онҳо дар низоми амнияти иқтисодӣ аҳамияти муҳимми илмӣ ва амалӣ дорад.

Мероси назариявии иқтисоддонҳои классикӣ ва муосир - аз ҷумла андешаҳои Тюрго, Смит, Рикардо, Сэй, Маршал ва Кейнс - ба фаҳмиши моҳияти муносибатҳои иқтисодӣ ва нақши давлат дар танзими бозор мусоидат менамоянд. Гарчанде ки ин назарияҳо дар шароити таърихӣ гуногун ташаккул ёфтаанд, онҳо то имрӯз барои таҳлили масъалаҳои амнияти иқтисодӣ ва идоракунии захираҳои давлатӣ аҳамияти назариявӣ доранд. Истифодаи ин таҷрибаи илмӣ метавонад барои тақмили сиёсати давлатӣ ва баланд бардоштани самаранокии идоракунии захираҳои моддии стратегӣ мусоидат намояд.

Объекти тадқиқот низоми таъмини амнияти иқтисодӣ ва идоракунии захираҳои моддии давлатӣ дар иқтисоди миллӣ мебошад. Предмети тадқиқот муносибатҳои

иқтисодӣ ва механизмҳои идоракунии мебошанд, ки дар раванди ташаккул, нигоҳдорӣ ва истифодаи захираҳои моддии давлатӣ ба вучуд меоянд.

Мақсади асосии тадқиқот таҳлили асосҳои назариявии амнияти иқтисодӣ ва муайян намудани нақши захираҳои моддии давлатӣ дар таъмини суботи иқтисодӣ дар асоси назарияҳои классикӣ ва муосири иқтисодӣ (дар мисоли Ҷумҳурии Тоҷикистон) мебошад. Барои ноил шудан ба ин мақсад вазифаҳои зерин гузошта шудаанд: таҳлили назарияҳои иқтисодии классикӣ ва муосир оид ба нақши давлат дар идоракунии захираҳо; муайян намудани аҳамияти захираҳои моддии давлатӣ дар низоми амнияти иқтисодӣ; ва баррасии таҷрибаи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар самти ташаккул ва истифодаи захираҳои стратегӣ.

Усулҳои тадқиқот

Усулҳои тадқиқот маҷмуи усулҳои илмӣ умумӣ ва махсусро дар бар мегиранд. Дар раванди таҳқиқот усулҳои таҳлили назариявӣ, муқоисавӣ, таҳлили системавӣ, усули таърихӣ-иқтисодӣ ва усули умумисозии илмӣ истифода шудаанд. Инчунин, барои асоснок намудани натиҷаҳои тадқиқот таҳлили адабиёти илмӣ, санадҳои меъёрий-ҳуқуқӣ ва маълумоти омории расмӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода гардидааст.

Аҳамияти илмӣ тадқиқот дар он зоҳир мегардад, ки дар он масъалаи идоракунии захираҳои моддии давлатӣ дар заминаи назарияҳои иқтисодии классикӣ ва муосир таҳлил гардида, нақши онҳо дар таъмини амнияти иқтисодии кишвар муайян карда мешавад. Аҳамияти амалӣ бошад дар он ифода меёбад, ки натиҷаҳои таҳқиқот метавонанд барои таъмили сиёсати давлатӣ дар самти идоракунии захираҳои стратегӣ ва таҳкими амнияти иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода шаванд.

Назарияҳои классикӣ ва муосири амнияти иқтисодӣ ва идоракунии захираҳои давлатӣ дар Тоҷикистон

Дар шароити ҷаҳонишавӣ ва афзоиши таҳдидҳои иқтисодии дохилӣ ва хориҷӣ, масъалаи таъмини амнияти иқтисодӣ ба яке аз самтҳои афзалиятноки сиёсати давлатӣ табдил ёфтааст. Амнияти иқтисодӣ на танҳо устувории рушди иқтисодӣ, балки қобилияти давлатро дар самти ҳифзи манфиатҳои миллӣ, таъмини бозори дохилӣ бо молҳои стратегӣ ва қоғиш додани вобастагӣ аз омилҳои беруна инъикос менамояд. Дар ин раванд, захираҳои моддии давлатӣ ҳамчун абзори муҳимми танзими бозор ва пешгирии бӯхронҳои иқтисодӣ баромад мекунанд.

Омӯзиши мероси назариявии олимони классикӣ ва муосири иқтисодӣ имкон медиҳад, ки моҳият ва аҳамияти иқтисодии захираҳои моддии давлатӣ аз нуқтаи назари илмӣ асоснок карда шаванд. Ин мерос ба фаҳмиши амиқи нақши давлат дар идоракунии захираҳо мусоидат намуда, дар шароити кишварҳои рӯ ба инкишоф, аз ҷумла Тоҷикистон, аҳамияти хосса дорад. Масалан, дар давраи гузариш ба иқтисоди бозорӣ, захираҳои стратегӣ барои ҳифзи суботи иҷтимоӣ ва иқтисодӣ зарур мебошанд.

Анн Робер Тюрго яке аз аввалин олимоне, ки арзиши молу маҳсулотро ҳамчун натиҷаи таъсири мутақобилаи талаб ва пешниҳод маънидод намудааст. Ба андешаи ӯ, бозор низоми худтанзимшаванда мебошад, аммо танҳо дар ҳолате, ки омилҳои беруна мувозинати онро вайрон накунад. Дар шароите, ки норасоии молҳои зарурии иҷтимоӣ ба вучуд меояд, даҳолати оқилонаи давлат метавонад ба барқарор намудани тавозуни бозор мусоидат намояд. Тюрго таъкид мекунад, ки давлат бояд захираҳои заруриро барои пешгирии гуруснагӣ ва бӯхронҳои нархӣ истифода барад [1].

Дар Тоҷикистон чунин нақшо захираҳои моддии давлатӣ иҷро мекунанд, ки тавассути онҳо давлат имкони ҷуброни норасоии муваққатии пешниҳод ва пешгирии болоравии шадидаи нархҳоро дорад. Ин амалия бо назарияи Тюрго мутобиқ буда, ба таҳкими амнияти иқтисодӣ равона шудааст. Масалан, дар солҳои 2020-2022, ҳангоми пандемияи COVID-19, истифодаи захираҳои давлатӣ ба нигоҳдории суботи бозори озуқаворӣ мусоидат кард.

Адам Смит дар асари «Сарвати миллатҳо» рушди иқтисодиро ба озодии бозор, рақобат ва тақсими меҳнат мепайвандад. Бо вучуди ин, ӯ вазифаҳои асосии давлатро дар се самт муайян менамояд: таъмини амният, адолати судӣ ва иҷрои қарзҳои ҷамъиятӣ, ки бозор қодир ба иҷрои онҳо нест. Смит бовар дошт, ки давлат бояд аз даҳолати зиёдатӣ худдорӣ кунад, аммо дар ҳолатҳои фавқуллода, ба монанди норасоии молҳои ҳаёти, даҳолат кунад [2].

Идоракунии захираҳои моддии давлатӣ маҳз ба ҳамин гурӯҳи вазифаҳои ҷамъиятӣ дохил мешавад. Давлат тавассути захираҳои стратегӣ на рақобатро маҳдуд мекунад, балки шароити устувори фаъолияти бозорро фароҳам месозад. Дар шароити Тоҷикистон, ин раванд ба коҳиш додани хавфҳои иҷтимоӣ ва таъмини суботи бозори дохилӣ мусоидат мекунад. Чунончи, барномаҳои давлатӣ оид ба захираҳои ғалладонагӣ барои пешгирии бухронҳои иҷтимоӣ истифода мешаванд.

Давид Рикардо таваҷҷуҳи асосиро ба истеҳсолот ва тақсими захираҳо равона менамояд. Назарияи ӯ оид ба афзалиятҳои нисбӣ нишон медиҳад, ки вобастагии аз ҳад зиёд аз воридот метавонад мавқеи иқтисодии давлатро заиф созад. Аз ин рӯ, нигоҳ доштани иқтисодии истеҳсоли дохилӣ омили муҳими амнияти иқтисодӣ мебошад. Рикардо таъкид мекунад, ки давлатҳо бояд захираҳои моддиро барои дастгирии соҳаҳои калидӣ истифода барад [3].

Дар Тоҷикистон, захираҳои моддии давлатӣ метавонанд ҳамчун омили дастгирии истеҳсолоти дохилӣ хизмат намуда, вобастагиро аз воридоти молҳои стратегӣ коҳиш диҳанд. Масалан, захираҳои нафтӣ ва маъданӣ барои рушди саноати дохилӣ истифода мешаванд, ки ин ба коҳиш додани вобастагии иқтисодӣ аз кишварҳои ҳамсоя мусоидат мекунад.

Қонуни бозори Сэй бар он асос меёбад, ки истеҳсолот худ талабро ба вучуд меорад. Аз ин нуқтаи назар, захираҳои моддии давлатӣ на танҳо воситаи тақсими мол, балки абзори ҳавасмандгардонии истеҳсолот низ мебошанд. Давлат бо нигоҳдорӣ ва истифодаи оқилонаи захираҳо метавонад фаъолияти истеҳсолиро дар соҳаҳои калидӣ фаъол намояд. Сэй бовар дошт, ки ҳар гуна норасоӣ метавонад бо ҳавасмандгардонии истеҳсолот ҳал шавад [4].

Дар ин замина, захираҳои моддии давлатӣ метавонанд на танҳо воситаи таъмини бозор бо молҳои зарурӣ, балки омили фаъолсозии иқтисодии истеҳсолӣ бошанд. Вақте давлат захираҳои ашёи хом, тухмӣ, нуриҳо, сӯзишворӣ ё дигар захираҳои стратегиро нигоҳ медорад, ӯ метавонад дар ҳолатҳои зарурӣ онҳоро ба истеҳсолкунандагон дастрас намояд. Ин амал ба коҳиши хавфҳо, паст кардани хароҷоти истеҳсолӣ ва баланд бардоштани эътимоди соҳибкорон мусоидат мекунад. Дар натиҷа, муҳити мусоид барои рушди истеҳсолот фароҳам меояд.

Ғайр аз ин, истифодаи мақсадноки захираҳо метавонад соҳаҳои афзалиятнокро дастгирӣ намояд. Масалан, агар давлат дар шароити муайян ба хоҷагиҳои кишоварзӣ дастрасии имтиёзнок ба захираҳои тухмӣ ё сӯзишвориро таъмин кунад, ин боиси зиёд шудани ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти ватанӣ мегардад. Тибқи мантиқи Сэй, чунин афзоиши истеҳсолот даромади иловагӣ эҷод мекунад ва ҳамин даромад худ талаботро ба дигар молу хизматрасониҳо ба вучуд меорад. Бо ин роҳ, давраҳои иқтисодӣ фаъолтар мегарданд.

Дар шароити Тоҷикистон, ки бахши кишоварзӣ яке аз соҳаҳои калидии иқтисод мебошад, идоракунии самараноки захираҳои моддӣ аҳамияти хос дорад. Ташкили захираҳои давлатӣ аз ғалладона, тухмии зироатҳо, нуриҳои минералӣ ва маводи сӯзишворӣ имконият медиҳад, ки истеҳсолкунандагон дар мавсимҳои кишту ҷамъоварӣ бо мушкилоти таъминот рӯ ба рӯ нашаванд. Ин тадбирҳо ба афзоиши истеҳсолоти дохилӣ, кам гардидани вобастагӣ аз воридот ва таъмини амнияти озуқаворӣ мусоидат менамоянд. Ҳамин тавр, аз дидгоҳи Сэй, захираҳои моддии давлатӣ метавонанд ҳамчун воситаи таҳкими иқтисодии миллӣ хизмат кунанд. Онҳо на танҳо мувозинати бозорро дастгирӣ мекунанд, балки барои рушду тавсеаи истеҳсолот заминаи устувор фароҳам меоранд.

Алфред Маршал, ҳамчун намояндаи неоклассикон, мувозинати кӯтоҳмуддат ва дарозмуддати бозорро фарқ мекунад. Захираҳои моддии давлатӣ, тибқи ин равиш, воситаи таъсир ба мувозинати кӯтоҳмуддат буда, барои пешгирии шокҳои нархӣ аҳамияти махсус доранд. Маршал таъкид мекунад, ки бозорҳо метавонанд дар муддати кӯтоҳ номутаносиб шаванд, ва даҳлати давлатӣ зарур аст [5].

Моделҳои мазкур нишон медиҳад, ки захираҳои моддии давлатӣ ҳамчун механизми танзими бозор амал намуда, ба таъмини суботи нархҳо, дастгирии истеҳсолоти дохилӣ ва коҳиш додани хавфҳои иқтисодӣ мусоидат мекунанд. Дар натиҷа, ин раванд ба таҳкими амнияти иқтисодӣ ва рушди устувори иқтисоди миллӣ оварда мерасонад.

Захираҳои моддии давлатӣ маҷмуи молу маҳсулот, ашёи хом, сӯзишворӣ, маводи озӯқаворӣ ва дигар захираҳои стратегӣ мебошанд, ки давлат барои ҳолатҳои фавқулода ва бӯҳронӣ нигоҳ медорад. Ҳадафи асосии онҳо таъмини амнияти иқтисодӣ ва иҷтимоӣ, пешгирии норасоии мол ва паст кардани шиддати тағйирёбии нархҳо мебошад. Вақте ки дар бозор норасоӣ ба вучуд меояд (масалан, дар натиҷаи хушксолӣ, қатъ шудани воридот ё болоравии ногаҳонии талабот), давлат метавонад тавассути баровардани қисме аз захираҳо пешниҳодро зиёд намояд ва ҳамин тариқ нархҳоро муътадил созад.

Дар дарозмуддат, тибқи назарияи Маршал, бозор тавассути мутобиқшавии истеҳсолот ва сармоягузорӣ ба ҳолати мувозинати нав мерасад. Аммо дар кӯтоҳмуддат бе чунин воситаҳои танзимкунанда хавфи ноустувории иҷтимоӣ зиёд мешавад. Аз ин рӯ, захираҳои давлатӣ ҳамчун механизми “ҳамворкунандаи” шокҳои иқтисодӣ баромад мекунад.

Дар шароити Тоҷикистон, ки иқтисод то андозае ба воридоти маҳсулоти озӯқаворӣ ва омилҳои табиӣ вобаста аст, нақши захираҳои моддии давлатӣ махсусан муҳимм мебошад. Масалан, дар солҳои хушксолӣ ё камҳосили захираҳои ғалладона, орд ва дигар маҳсулоти аввалиндараҷа барои таъмини аҳолии истифода мешаванд. Ҳамчунин, захираҳои обӣ ва энергетикӣ (обанборҳо, сӯзишворӣ) барои нигоҳ доштани фаъолияти мунтазами иқтисод аҳамияти калон доранд. Истифодаи оқилонаи чунин захираҳо ба нигоҳдории суботи иҷтимоӣ, пешгирии болоравии шадиди нархҳо ва ҳифзи сатҳи зиндагии аҳолии мусоидат мекунад.

Ҳамин тариқ, захираҳои моддии давлатӣ на танҳо воситаи иқтисодии танзим, балки унсури муҳими сиёсати иҷтимоӣ ва амнияти миллии кишвар ба шумор мераванд. Чун Мейнард Кейнс дар шароити бӯҳронҳои амиқ иқтисодӣ, бахусус дар давраи Бӯҳрони Бузурги солҳои 1930-юм, ба хулоса омад, ки иқтисод худ ба худ на ҳамеша ба ҳолати мувозинати пурраи шуғл бармегардад. Дар асари маъруфи худ «Назарияи умумии шуғл, фоида ва пул» ӯ нишон дод, ки коҳиши талаботи умумӣ метавонад боиси бекорӣ, коҳиши истеҳсолот ва рукуди тӯлонӣ гардад. Аз ин рӯ, ба андешаи Кейнс, давлат бояд нақши фаъолро ба уҳда гирифта, тавассути хароҷоти буҷетӣ, сармоягузориҳои ҷамъиятӣ ва истифодаи захираҳои мавҷуда иқтисодро дастгирӣ намояд[6].

Мувофиқи ин назария, захираҳои моддии давлатӣ танҳо барои ҳолатҳои фавқулода нигоҳ дошта намешаванд, балки метавонанд ба сифати абзори ҳавасмандсозии талабот хизмат кунанд. Масалан, вақте ки давлат захираҳои стратегиро ба муомилот мебарорад ё онҳоро барои татбиқи лоиҳаҳои зерсохторӣ истифода мекунад, он на танҳо бозорро бо мол таъмин менамояд, балки ҷойҳои корӣ эҷод мекунад, даромади аҳолиро зиёд месозад ва гардиши иқтисодиро фаъол мегардонад. Ин раванд боиси ба вучуд омадани “таъсири мултипликаторӣ” мешавад, ки Кейнс онро яке аз механизмҳои асосии барқароршавии иқтисод медонист.

Дар шароити Тоҷикистон, ки иқтисод метавонад аз омилҳои беруна - тағйирёбии нархҳои ҷаҳонӣ, коҳиши интиқоли маблағҳо ё офатҳои табиӣ - таъсир пазирада, истифодаи оқилонаи захираҳои давлатӣ аҳамияти калон дорад. Масалан, дар давраи коҳиши фаъолиятҳои иқтисодӣ давлат метавонад тавассути татбиқи барномаҳои сохтмони роҳҳо, иншооти энергетикӣ, муассисаҳои иҷтимоӣ ва дастгирии бахши кишоварзӣ талаботи дохилро тақвият бахшад. Барои ин аз захираҳои молиявӣ ва моддии давлатӣ истифода бурда мешавад, ки ба фаъол шудани корхонаҳо ва баланд шудани сатҳи шуғл мусоидат мекунад.

Илова бар ин, барномаҳои давлатии дастгирии соҳибкории хурду миёна, пешниҳоди имтиёзҳо барои истеҳсолкунандагон ва ташкили захираҳои стратегӣ дар бахшҳои озӯқаворӣ ва энергетика метавонанд унсури сиёсати зиддибӯҳронӣ бошанд. Чунин тадбирҳо на танҳо коҳиши таъсири манфии ретсессияро таъмин мекунад, балки заминаи рушди минбаъдаи иқтисодиро низ фароҳам меоранд.

Ҳамин тавр, аз дидгоҳи Кейнс, даҳолати фаъолонаи давлат ва истифодаи самараноки захираҳои моддӣ василаи муҳими нигоҳдории суботи иқтисодӣ ва иҷтимоӣ мебошад. Дар амалияи Тоҷикистон низ татбиқи барномаҳои давлатии ҳавасмандгардонии иқтисодӣ нишон медиҳад, ки ин равиш метавонад дар шароити ноустувории иқтисодӣ натиҷаҳои мусбат ба бор оварад.

Дар назарияи Фридрих Лист, давлат нақши калидӣ дар рушди иқтисоди миллии дорад. Лист бар он ақида буд, ки саноати ҷавон (infant industries) бояд тавассути сиёсати

ҳимоявӣ ва истифодаи захираҳои дохилӣ дастгирӣ шавад, то ки кишварҳои рушдбанда тавонанд бо кишварҳои саноатии пешрафта рақобат кунанд. Ба андешаи Лист, вобастагӣ аз воридот ва нокифоягии иқтисодии истеҳсолии дохилӣ метавонад мавқеи иқтисодии кишварро заиф кунад. Аз ин рӯ, давлатҳо бояд захираҳои моддии худ, аз ҷумла ашёи хом ва сарватҳои табиӣ, барои дастгирии соҳаҳои калидӣ истифода баранд ва рушди саноати дохилиро таъмин намоянд [7].

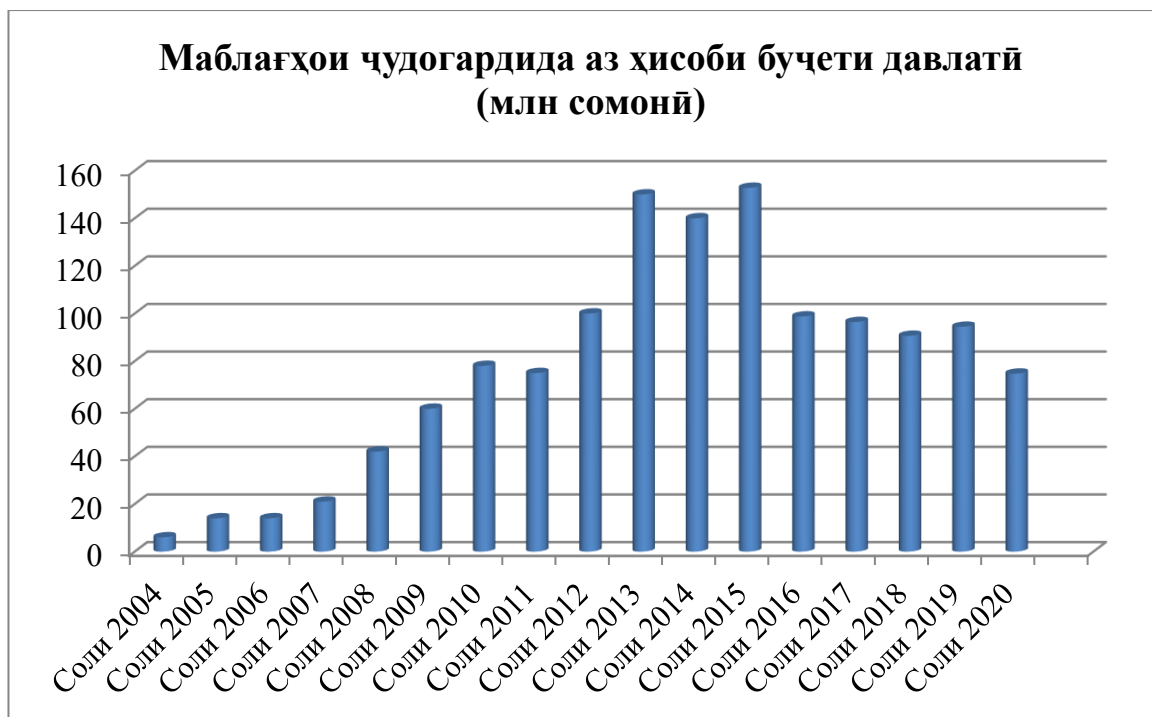
Дар шароити ҷаҳонишавӣ ва афзоиши таҳдидҳои геоиқтисодӣ, амнияти иқтисодӣ ҳамчун ҷузъи таркибии амнияти миллӣ мавқеи калидӣ пайдо намудааст. Тадқиқоти муосир нишон медиҳанд, ки суботи молиявӣ, амнияти озуқаворӣ, энергетикӣ ва устувории занҷирҳои таъминот пояҳои асосии амнияти давлат ба ҳисоб мераванд. Дар ин замина, захираҳои стратегӣ - аз ҷумла сарватҳои табиӣ, иқтисодии истеҳсоли, захираҳои молиявӣ ва зерсохтори миллӣ - воситаи муҳимми муқовимат ба бӯҳронҳои ҷаҳонӣ ва шокҳои иқтисодӣ мебошанд.

Консепсияи рушди устувор, ки дар доираи барномаҳои United Nations ва Ҳадафҳои рушди устувор (SDGs) ташаккул ёфтааст, таъкид мекунад, ки идоракунии захираҳо бояд ба ҳадафҳои дарозмуддат равона гардад. Ин раванд на танҳо рушди иқтисодиро, балки тавозуни иҷтимоӣ ва ҳифзи муҳити зистро низ дар бар мегирад [8].

Ҳамзамон, назарияҳои иқтисодии устуворӣ (resilience economics) бар онанд, ки иқтисоди миллӣ бояд қобилияти мутобиқшавӣ ба шокҳои беруна, барқароршавии зуд ва нигоҳдории суботи дохилиро дошта бошад. Аз ин рӯ, сиёсати давлатӣ бояд ба ташаккули сохтори диверсификатсияшудаи иқтисодӣ, захираҳои эҳтиётӣ ва идоракунии самаранокӣ сарватҳои миллӣ нигаронида шавад [9].

Дар маҷмӯъ, таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки истифодаи оқилона ва стратегӣ-и захираҳои моддӣ ва молиявӣ шартҳои муҳимми таъмини амнияти иқтисодӣ ва рушди устувори давлат дар дарозмуддат мебошад.

Дар Тоҷикистон, ин афкор дар Стратегияи рушди миллӣ то соли 2030 инъикос ёфта, захираҳои моддиро ҳамчун абзори ҳифзи истиқлолияти иқтисодӣ истифода мебаранд [10].



Расми 1 - Таҳлили динамикаи маблағгузори захираҳои моддии давлатӣ (2004-2020)
Сарчашма: Агенти захираҳои моддии давлатӣ назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон

Таҳлили динамикаи маблағгузори захираҳои моддии давлатӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳои 2004-2020 имконият медиҳад, ки хусусиятҳои асосии ташаккул, тағйирёбӣ ва устувории хароҷоти буҷетӣ дар ин самти муҳим муайян карда шаванд.

Маълумоти оморӣ гувоҳӣ медиҳанд, ки маблағгузори захираҳои моддии давлатӣ дар тӯли давраи тадқиқшаванда таҳти таъсири маҷмуи омилҳои макроиктисодӣ, молиявӣ ва сиёсати буҷетӣ қарор доштааст.

Дар солҳои ибтидоии таҳқиқ (2004-2006) ҳаҷми маблағгузори захираҳои моддии давлатӣ дар сатҳи хеле маҳдуд қарор дошт. Маблағҳои ҷудошуда аз 6 млн сомонӣ дар соли 2004 то 14 млн сомонӣ дар солҳои 2005-2006 афзоиш ёфтаанд. Ин нишондиҳандаҳо далолат мекунанд, ки дар ин марҳила сиёсати захиракунӣ бештар хусусияти ташаккули дошта, захираҳои моддӣ ҳанӯз ҳамчун самти афзалиятноки хароҷоти буҷетӣ баррасӣ намешуданд. Афзоиши сусти маблағгузорӣ инчунин ба маҳдуд будани имкониятҳои молиявии давлат дар ин давра вобастагӣ дошт.

Солҳои 2007-2008 бо тағйирёбии нисбатан ҷиддии ҳаҷми маблағгузорӣ фарқ мекунанд. Дар соли 2007 маблағгузорӣ то 21 млн сомонӣ расида, дар соли 2008 ба 42 млн сомонӣ баробар шудааст. Ду баробар афзоиш ёфтани маблағгузорӣ дар соли 2008 нишон медиҳад, ки дар ин марҳила давлат зарурати тақвияти захираҳои моддиро ҳамчун воситаи ҳифзи устувории иқтисодӣ дарк намуда буд. Махсусан, таъсири аввалин аломатҳои бӯҳрони молиявии ҷаҳонӣ нақши захираҳои давлатӣ-ро дар сиёсати буҷетӣ бештар намоён сохт.

Дар давраи 2009-2012 тамоюли устувори афзоиши маблағгузорӣ ба мушоҳида мерасад. Ҳаҷми маблағҳои ҷудошуда аз 60 млн сомонӣ дар соли 2009 то 78 млн сомонӣ дар соли 2010, 75 млн сомонӣ дар соли 2011 ва 100 млн сомонӣ дар соли 2012 расидааст. Гарчанде дар баъзе солҳо коҳиши ночиз ба назар мерасад, тамоюли умумӣ мусбат боқӣ мемонад. Ин давра бо муназзам гардидани маблағгузорӣ ва ворид шудани захираҳои моддӣ ба низоми устувори банақшагирии хароҷоти давлатӣ тавсиф мегардад.

Марҳилаи солҳои 2013-2014 қуллаи маблағгузори захираҳои моддии давлатиро ташкил медиҳад. Дар соли 2013 ҳаҷми маблағгузорӣ ба 150 млн сомонӣ расида, дар соли 2014 дар сатҳи баланди 140 млн сомонӣ нигоҳ дошта шудааст. Ин солҳоро метавон ҳамчун давраи тақвияти стратегӣ арзёбӣ намуд, ки дар он захираҳои моддӣ на танҳо унсури захиравӣ, балки омили фаъоли идоракунии устувории иқтисодӣ ба ҳисоб мерафтанд. Маблағгузори баланд дар ин солҳо аз афзалиятнок гардидани сиёсати захиракунӣ дар сохтори хароҷоти давлатӣ шаҳодат медиҳад.

Дар солҳои 2015-2017 тамоюли маблағгузорӣ тағйир меёбад. Гарчанде соли 2015 бо ҳаҷми нисбатан баланди маблағгузорӣ фарқ мекунад, дар солҳои 2016 ва 2017 коҳиши тадриҷӣ мушоҳида мегардад. Ҳаҷми маблағҳо аз зиёда аз 98 млн сомонӣ дар соли 2016 то тақрибан 96 млн сомонӣ дар соли 2017 коҳиш ёфтааст. Ин раванд метавонад натиҷаи маҳдуд гардидани имкониятҳои буҷетӣ, афзоиши хароҷоти иҷтимоӣ ва тағйири афзалиятҳои сиёсати давлатӣ бошад.

Дар марҳилаи охирин (2018-2020) тамоюли коҳиши муътадили маблағгузорӣ идома меёбад. Дар соли 2018 ҳаҷми маблағгузорӣ 90,6 млн сомониро ташкил дода, дар соли 2019 то 94,4 млн сомонӣ каме афзоиш ёфтааст. Бо вучуди ин, дар соли 2020 маблағгузорӣ то 74,75 млн сомонӣ поин мерасад. Ин коҳиш метавонад ба таъсири омилҳои беруна, аз ҷумла тағйирёбии вазъи иқтисодии ҷаҳонӣ ва маҳдудияти захираҳои молиявии дохилӣ вобаста бошад. Бо ин вучуд, нигоҳ доштани маблағгузорӣ ҳатто дар шароити коҳиш аз аҳаммияти устувори захираҳои моддии давлатӣ шаҳодат медиҳад.

Дар маҷмӯъ, ҳаҷми умумии маблағгузори захираҳои моддии давлатӣ дар солҳои 2004-2020 зиёда аз 607 млн сомонӣ-ро ташкил медиҳад. Ин нишондиҳанда далели он аст, ки маблағгузори захираҳои моддӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон хусусияти пайваستا дошта, ҳамчун ҷузъи муҳими сиёсати буҷетии давлат баромад намудааст.

Ҳамин тариқ, таҳлили динамикаи маблағгузорӣ нишон медиҳад, ки сиёсати давлатӣ дар самти захираҳои моддии давлатӣ аз марҳилаи ташаккули ибтидоӣ ба марҳилаи афзоиши фаъол ва сипас ба марҳилаи устуворгардонии нисбӣ гузаштааст. Ин равандҳо барои арзёбии самаранокии идоракунии маблағҳои буҷетӣ ва таҳияи тавсияҳои илмӣ оид ба тақмили механизми маблағгузори захираҳои моддӣ дар оянда аҳаммияти назаррас доранд.

Суръати воқеии рушди соҳаҳои асосии иқтисодиёт дар соли 2025 108,4 % буда, нишондиҳандаҳои истеҳсолот афзоиш ёфтаанд. Сатҳи бекорӣ дар соли 2025 дар сатҳи 2 % арзёбӣ шудааст, ки нишонаи рушди нисбатан устувор мебошад.

Ин оморҳо нишон медиҳанд, ки иқтисоди кишвар дар ҳолати рушд қарор дорад ва барои нигоҳ доштани ин суръат зарурати идоракунии самараноки захираҳои моддӣ вучуд дорад.

Ҳодисаҳои ҷаҳон - аз ҷумла болоравии нархҳои энергия ва норасоии баъзе молҳо - ба иқтисоди Тоҷикистон таъсир мерасонанд. Масалан, сабаби норасоии сутуҳҳои сӯзишворӣ дар бозор ва болоравии нархҳо аз таъсири амалӣ шудани ҳаводиси байналмилалӣ арзёбӣ шудааст. Ҳамчунин, тайёр намудани манбаъҳои энергетикӣ, аз ҷумла нерӯгоҳи Роғун, қисми муҳимми стратегияи амнияти энергетикӣ мебошад, ки метавонад вобастагӣ аз воридотро кам кунад.

Амнияти иқтисодӣ ҷузъи ҷудонашавандаи амнияти миллӣ мебошад ва вобаста ба таъмини дастрасӣ ба молҳо, суботи бозор, ва пешгирии бӯҳронҳои иқтисодӣ аст.

Хулоса

Таҳлили назарияҳои классикӣ ва муосири иқтисодӣ нишон медиҳад, ки масъалаи идоракунии захираҳои моддӣ бо таъмини амнияти иқтисодӣ робитаи зич дорад. Назарияҳои иқтисоддонҳои классикӣ, аз ҷумла Тюрго, Смит, Рикардо, Сэй, Маршал ва Кейнс, дар шаклҳои гуногун нақши давлатро дар танзими равандҳои иқтисодӣ ва таъмини суботи бозор асоснок менамоянд. Аз дидгоҳи ин назарияҳо, захираҳои моддӣ давлатӣ метавонанд ҳамчун воситаи муҳимм барои пешгирии норасоии мол, коҳиш додани хавфҳои иқтисодӣ ва нигоҳ доштани мувозинати бозор хизмат намоянд.

Натиҷаҳои тадқиқот нишон медиҳанд, ки дар шароити ҷаҳонишавӣ ва ноустувории бозорҳои ҷаҳонӣ, захираҳои моддӣ давлатӣ ба яке аз унсурҳои муҳимми низоми амнияти иқтисодӣ табдил меёбанд. Онҳо имконият медиҳанд, ки давлат дар ҳолатҳои бӯҳронӣ ва ғавқулода ба бозор даҳлат намуда, таъминоти аҳолиро бо молҳои зарурӣ таъмин ва суботи иҷтимоӣ-иқтисодиро нигоҳ дорад.

Таҳлили таҷрибаи Ҷумҳурии Тоҷикистон нишон медиҳад, ки истифодаи самараноки захираҳои моддӣ давлатӣ метавонад ба коҳиш додани вобастагии иқтисодӣ аз омилҳои беруна, дастгирии истехсолоти дохилӣ ва таъмини амнияти озуқаворӣ мусоидат намояд. Дар ин замина, тақмили механизмҳои идоракунии захираҳои стратегӣ ва мутобиқ намудани онҳо ба талаботи иқтисоди муосир аҳаммияти муҳимм дорад.

Ҳамин тариқ, истифодаи таҷрибаи назариявии иқтисоддонҳои классикӣ ва муосир дар ташаккули сиёсати давлатӣ метавонад ба баланд бардоштани самаранокии идоракунии захираҳои моддӣ давлатӣ ва тақими амнияти иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон мусоидат намояд. Минбаъд гузаронидани тадқиқоти амалӣ ва таҳлили таҷрибаи байналмилалӣ барои тақмили сиёсати давлатӣ дар ин самт аҳаммияти муҳимм дорад.

Муқаррир: Аҳмадзода Н.А. — н.и.и., Директори Агентии захираҳои моддӣ давлатии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Turgot A. R. J. Reflections on the Formation and Distribution of Wealth / A. R. J. Turgot. - London : Kessinger Publishing, 2004. - 112 p.
2. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. - М. : Эксмо, 2007. - 960 с.
3. Рикардо Д. Начала политической экономии и налогового обложения / Д. Рикардо. - М. : Директ-Медиа, 2007. - 368 с.
4. Сэй Ж.-Б. Трактат о политической экономии / Ж.-Б. Сэй. - М. : Дело, 2000. - 232 с.
5. Маршал А. Принципы экономической науки / А. Маршал. - М. : Прогресс, 1993. - Т. 1. - 416 с.
6. Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег / Дж. М. Кейнс. - М. : Гелиос АРВ, 2002. - 352 с.
7. List, F. (1856). The National System of Political Economy. Philadelphia: J.B. Lippincott.
8. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development (Brundtland Report). Oxford University Press, 1987

9. Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., & Vella, S. (2009). Economic Vulnerability and Resilience: Concepts and Measurements. Oxford Development Studies, 37(3), 229-247.

10. Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030. - Душанбе : Ҳукумати ҶТ, 2016. - 120 с.

11. Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Маҷмуаи омили солонаи 2025, Душанбе, 2026.

12. Ниеззода, С. С. Нақши Агентии захираҳои моддии давлатӣ дар таъмини амнияти иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон / С. С. Ниеззода // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвестиция. – 2025. – №. 4(72). – Р. 97-107. – DOI 10.65599/CLXJ5183. – EDN ABKHXO.

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

TJ	RU	EN
Ниеззода Саиднуамони Саидхomid	Ниеззода Саиднуамони Саидхomid	Niyozzoda Saidnuamoni Saidkhomid
докторанти PhD соли сеюми таҳсили Институти иқтисод ва демографияи АМИТ	доктор PhD третьего курса Института экономики и демографии НАНТ.	PhD student in the third year of study at the Institute of Economics and Demography of the NAST.
Раёсати ташкил ва идораи захираи давлатӣ Агентии захираҳои моддии давлатии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон	Управление организации и управления государственным резервом Агентства по государственным материальным резервам при Правительстве Республики Таджикистан	Department of Organization and Management of the State Reserve, Agency for State Material Reserves under the Government of the Republic of Tajikistan
E-mail: abr.0093@mail.ru		
ORCID: 0009-0003-6069-5887		

МОДЕЛҲОИ ИДОРАКУНИИ ХАВҲОИ МОЛИЯВӢ ДАР БОНКҲОИ ТИҶОРАТӢ

М.С. Амиров

Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон

Дар мақола моделҳои идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тиҷоратӣ дар шароити муҳити ноустувори иқтисодӣ баррасӣ карда шуданд. Намудҳои асосии хавфҳои молиявӣ, аз ҷумла хавфҳои қарзӣ, бозорӣ, ғоизӣ ва пардохтазирӣ, инчунин таъсири онҳо ба устувории низомии бонкӣ таҳлил карда шуданд. Ба равишҳои классикӣ ва муосири идоракунии хавфҳо, ба монанди модели Value at Risk (VaR), стресс-санҷиш, арзёбии қарзӣ-моделиронӣ ва концепсияи сармояи иқтисодӣ диққати махсус дода мешавад. Принсипҳои идоракунии ҳамгирошудаи хавф ва нақши стандартҳои байналмилалӣ танзими бонкӣ дар ташаққули низомии самараноки идоракунии хавфҳои молиявӣ баррасӣ карда шудаанд. Хулоса бароварда шуд, ки истифодаи ҳамаҷонибаи моделҳо бо назардошти хусусиятҳои фаъолияти бонкҳои тиҷоратӣ ва динамикаи бозорҳои молиявӣ зарур аст.

Калимаҳои калидӣ: моделҳои идоракунии хавфҳои молиявӣ, бонкҳои тиҷоратӣ, идоракунии хавфҳо, VaR, санҷиши стресс, устувории бонкӣ.

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ В КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ

М.С. Амиров

В статье рассматриваются модели управления финансовыми рисками в коммерческих банках в условиях нестабильной экономической среды. Анализируются основные виды финансовых рисков, включая кредитный, рыночный, процентный и риск ликвидности, а также их влияние на устойчивость банковской системы. Особое внимание уделяется классическим и современным подходам к управлению рисками, таким как модель Value at Risk (VaR), стресс-тестирование, кредитное скоринг-моделирование и концепция экономического капитала. Рассматриваются принципы интегрированного риск-менеджмента и роль международных стандартов банковского регулирования в формировании эффективной системы управления финансовыми рисками. Сделан вывод о необходимости комплексного применения теоретических моделей с учетом специфики деятельности коммерческих банков и динамики финансовых рынков.

Ключевые слова: модели управления, финансовые риски, коммерческие банки, риск-менеджмент, VaR, стресс-тестирование, банковская устойчивость.

FINANCIAL RISK MANAGEMENT MODELS IN COMMERCIAL BANKS

M.S. Amirov

The article examines models of financial risk management in commercial banks under conditions of economic instability. The main types of financial risks, including credit risk, market risk, interest rate risk, and liquidity risk, are analyzed along with their impact on the stability of the banking system. Particular attention is paid to classical and modern risk management approaches such as the Value at Risk (VaR) model, stress testing, credit scoring models, and the concept of economic capital. The principles of integrated risk management and the role of international banking regulation standards in shaping an effective financial risk management system are also considered. The study concludes that the comprehensive application of theoretical models, taking into account the specific features of commercial banking activities and the dynamics of financial markets, is essential.

Keywords: management models, financial risk commercial banks, risk management, Value at Risk, stress testing, banking stability.

Муқаддима

Дар шароити ҷаҳонишавии бозорҳои молиявӣ ва афзоиши ноустувории муҳити иқтисодӣ, идоракунии хавфҳои молиявӣ ба яке аз самтҳои асосии фаъолияти бонкҳои тиҷоратӣ табдил меёбад. Тағйирёбии бозор, меъёрҳои ғоизӣ ва қурби асъор, инчунин афзоиши навоариҳои молиявӣ сатҳи номуайянии амалиёти бонкиро ба таври назаррас афзоиш медиҳанд. Дар робита ба ин, таҳия ва истифодаи усулҳои миқдории арзёбии хавфҳо аҳамияти махсус пайдо мекунад.

Ҷадвали 1 – Моделҳои идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тиҷоратӣ

№	Моделҳои назариявӣ	Навъи хавф	Тавсифи илмӣ модел	Бартариҳо	Камбудихо
1	Value at Risk (VaR)	Хавфи бозорӣ, хавфи ғоизӣ	Арзёбии ҳадди ниҳоии талафоти эҳтимолии молиявӣ дар муҳлати муайян бо сатҳи додасудаи эҳтимоли	Имкони ченкунии миқдории хавф	Инъикоси нокифояи ҳолатҳои шадиди бозорӣ
2	Стресс-санҷиш	Хавфҳои молиявии маҷмӯӣ	Таҳлили таъсири сценарияҳои номусоиди макроиқтисодӣ ба ҳолати молиявии бонк	Баланд бардоштани омодагӣ ба бухрон	Вобастагӣ аз сифат ва интиҳоби сценарияҳо
3	Кредит скоринг	Хавфи қарзӣ	Истифодаи усулҳои омӯрӣ ва иқтисодетрикӣ барои баҳодиҳии қобилияти пардохтии қарзгиранда	Қоҳиши хавфи қарзҳои бебозгашт	Талаботи баланди иттилоотӣ

№	Моделҳои назариявӣ	Навъҳои хавф	Таъсирҳои илмӣ ва модел	Бартариҳо	Қамбудиҳо
4	Моделҳои иқтисодии капитал	Ҳамаи намудҳои хавф	Муайян кардани ҳаҷми капитал барои пушонидани талафоти ғайричашиш	Таъминии устувории молиявӣ	Ҳисоббарориҳои мураккаб ва хароҷотнок
5	ALM (Asset–Liability Management)	Хавфҳои ликвидноқӣ ва хавфҳои фоизи	Идоракунии мувозинати дороиҳо ва уҳдадориҳои банк бо мақсади коҳиши хавфҳо	Муносибунии сохтори тавозун	Вобастагӣ аз пешгӯиҳои бозорӣ
6	Ҷуногунорангӣ ва портфел	Хавфҳои қарзӣ ва бозорӣ	Тақсими дороиҳо байни соҳаҳо ва воситаҳои ҷуногуно молиявӣ	Коҳиши хавф ва таъсирҳои паҳнкунӣ	Маҳдудияти таъсир дар ҳуҷҷатҳои системавӣ

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси адабиёти [17].

Таҳлил ва тадқиқ

Дар чадвали 1 моделҳои асосии идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тичоратӣ ҷамъбаст шудаанд. Таҳлил нишон медиҳад, ки истифодаи танҳо як модел барои таъмини устувории молиявӣ кофӣ нест. Аз ин рӯ, дар амалия татбиқи маҷмуии моделҳои арзёбӣ, назорат ва камсозии хавфҳо бо дарназардошти хусусиятҳои фаъолияти бонкӣ мақсаднок мебошад.

Яке аз моделҳои маъмултарин ва эътирофшудаи андозагирии хавфи бозор модели Value at Risk (VaR) мебошад, ки ҳам дар амалияи бонкӣ ва ҳам дар низоми танзими байналмилалӣ бонкӣ васеъ истифода мешавад. Мақсади мақола тадқиқи моҳияти иқтисодии модели VaR, таҳлили усулҳои асосии ҳисобкунии он, инчунин арзёбии афзалиятҳо ва маҳдудиятҳои истифодаи он дар бонкҳои тичоратӣ мебошад.

Моҳияти иқтисодии модели Value at Risk меъёри миқдории хавфро ифода мекунад, ки андозаи максималии талафоти портфели имконпазирро дар муддати муайян дар сатҳи муайяни эҳтимолияти эътимод инъикос мекунад. Ба ибораи дигар, VaR ба савол ҷавоб медиҳад: кадом маблағи калонтаринро бонк метавонад аз даст диҳад, масалан 95% ё 99% дар давоми як рӯз, ҳафта ё моҳ.

Модели VaR пас аз таҳияи методологияи RiskMetrics, ки аз ҷониби ширкати J. P. Morgan дар миёнаи солҳои 1990-ум пешниҳод шудааст, паҳн шуд. Ин равиш имкон дод, ки андозагирии хавфи бозорӣ стандартизатсия карда шавад ва онро байни институтҳои гуногуни молиявӣ муқоиса кунанд [17].

Мувофиқи тафсири Ҷ. Ҳалла, VaR як нишондиҳандаи маҷмӯӣ мебошад, ки ба мо имкон медиҳад, ки таъсири омилҳои гуногуни хавфи бозорро ба нишондиҳандаи ягонаи рақамӣ кам кунем [15]. Ин моделро як воситаи қулай барои қабули қарорҳои идоракунӣ ва арзёбии кофӣи сармоя месозад.

Усулҳои асосии ҳисобкунии Value at Risk дар таҷрибаи муосири бонкӣ якчанд усулҳои асосии ҳисобкунии VaR истифода мешаванд, ки ҳар кадоми онҳо хусусиятҳо ва соҳаи истифодаи худро доранд.

Усули параметрикий ба фарзияи тақсимои муқаррари даромаднокии воситаҳои молиявӣ асос ёфтааст. Ҳисобкунии VaR дар асоси арзиши миёнаи даромаднокӣ ва қадравии стандартӣ портфел сурат мегирад.

Афзалиятҳои ин усул осонии ҳисоб ва талаботи пасти ҳаҷми маълумот мебошанд. Аммо нуқсони асосӣ ин ғайривоқеӣ будани фарзияи тақсимоти муқаррарӣ, алахусус дар шароити бӯҳрони молиявӣ мебошад.

Усули таърихӣ ба таҳлили тағйироти воқеии нархҳои бозор дар гузашта асос ёфтааст. Арзиши VaR дар асоси тақсимои эмпирикии даромадҳо бе додани шакли назариявии тақсимот муайян карда мешавад. Ин равиш шароити воқеии бозорро дақиқтар инъикос мекунад, аммо самаранокии он бевосита аз сифат ва намоёндагии маълумоти таърихӣ вобаста аст.

Усули Монте-Карло модели бисёр сценарияҳои имконпазирро тағйирёбии омилҳои бозорро дар асоси хусусиятҳои омории додашуда пешбинӣ мекунад. Дар асоси тақсироти ҳосилшудаи даромаднокӣ арзиши VaR ҳисоб карда мешавад. Ин усул чандиртарин ва дақиқтарин ҳисобида мешавад, аммо захираҳои назарраси ҳисоббарорӣ ва заминаи мураккаби математикиро талаб мекунад [18].

Ҷадвали 2 – Хусусияти модели Value at Risk (VaR)

№	Унсuri модели VaR	Мундариҷа	Аҳаммияти илмӣ
1	Моҳияти иқтисодӣ	Талафоти максималии имконпазири портфел дар давраи муайян дар сатҳи муайяни эътимод	Арзёбии миқдории хавфи бозор
2	Объекти арзёбӣ	Портфели воситаҳои молиявӣ (сахмияҳо, вомбаргҳо, ҳосилаҳо)	Баҳисобирии ҳамаҷонибаи омилҳои бозор
3	Уфуқи вақт	Рӯз, ҳафта, моҳ	Муҳлати нигоҳ доштани мавқеъро ба назар мегирад
4	Сатҳи эътимод	95 %, 99 %	Эҳтимолияти зиёд нашудани талафотро инъикос мекунад
5	Усулҳои асосии ҳисоб	Параметрӣ, таърихӣ, Монте Карло	Интиҳоби усул ба дурустии арзёбӣ таъсир мерасонад
6	Истифодаи танзимкунада	Basel II, Basel III	Ҳангоми ҳисоб кардани талабот ба сармоя истифода мешавад
7	Афзалиятҳои асосӣ	Универсалӣ, муқоисааванда, осонии тафсир	Истифодаи васеи амалӣ
8	Маҳдудиятҳои асосӣ	Талафоти шадидро инъикос намекунад	Иловаи Expected Shortfall ро талаб мекунад

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси адабиёти [12].

Ҷадвали 3 – Тавсифи муқоисавии усулҳои ҳисобкунии VaR

Усули ҳисоб	Тавсифи мухтасар	Афзалиятҳо	Камбудихо
Параметрӣ	Дар асоси фарзияи тақсимоти муқаррарии даромадноқӣ	Сода ва зуд ҳисоб кардан	"Думи ғафс" - и тақсимотро нодида мегирад
Таърихӣ	Маълумоти воқеии давраи гузаштaro истифода мебарад	Воқеияти арзёбиҳо	Вобастагии сифати маълумот
Монте-Карло	Моделсозии сценарияҳои тасодуфӣ	Дақиқии баланд ва чандирӣ	Мураккабии баланди ҳисоббарорӣ

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси адабиёти [12].

Маълумоти дар ҷадвалҳои 2 ва 3 овардашуда нишон медиҳанд, ки модели Value at Risk воситаи универсалии арзёбии миқдори хавфи бозорӣ мебошад, аммо истифодаи он ба назар гирифтани маҳдудиятҳои методологӣ ва истифодаи нишондиҳандаҳои иловагии хавфро талаб мекунад.

Истифодаи VaR дар танзими бонкӣ модели VaR дар доираи созишномаҳои Базель эътирофи расмӣ гирифт. Тибқи талаботи Basel II ва Basel III, бонкҳо метавонанд моделҳои дохилии VaR-ро барои ҳисоб кардани талаботи сармояи хавфҳои бозорӣ истифода баранд, ба шарте ки мақомоти назоратии вобасташуда тасдиқ кунанд [12].

Истифодаи VaR бо мақсадҳои танзимкунада имкон медиҳад, ки ҳассосияти талаботи асосӣ ба сатҳи воқеии хавф баланд бардошта шавад, аммо ҳамзамон ҷорӣ кардани воситаҳои иловагии назоратро, ба монанди стресс- санҷиш ва back-testing талаб мекунад.

Ба афзалиятҳои асосии модели VaR инҳо дохил мешаванд:

- ❖ универсалӣ ва муқоисаи натиҷаҳо;
- ❖ имконияти ҷамъбасти намудҳои гуногуни хавфҳои бозор;
- ❖ эътирофи васеъ дар амалияи байналмилалӣ бонкӣ.

Дар айни замон, модели VaR як қатор маҳдудиятҳои ҷиддӣ дорад. Тавре К. Дауд қайд мекунад, VaR миқёси талафоти шадидро инъикос намекунад ва дар бораи миқдори талафот берун аз сатҳи муайяни эътимод маълумот намедиҳад [11]. Ин истифодаи нишондиҳандаҳои иловагиро ба монанди Shortfall Expected зарур мекунад.

Хулоса, модели Value at Risk дар низоми идоракунии миқдории хавфҳои молиявӣ бонкҳои тиҷоратӣ мавқеи марказӣ дорад. Истифодаи он имкон медиҳад, ки талафоти эҳтимоли арзёбӣ карда шавад, сохтори сармоя муносиб карда шавад ва устувории фаъолияти бонкӣ баланд бардошта шавад. Дар баробари ин, истифодаи VaR бояд ҳамаҷониба бошад ва бо санҷиши стресс ва дигар усулҳои идоракунии хавф, алахусус дар шароити ноустувории баланди бозор пурра карда шавад.

Стресс - санчиш, ҳамчун воситаи идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тиҷоратӣ дар шароити муносири ҷаҳонишавии бозорҳои молиявӣ ва ноустувории баланди муҳити иқтисодӣ, идоракунии хавфҳо барои бонкҳои тиҷоратӣ аҳамияти махсус пайдо мекунад. Стресс -санчиш яке аз воситаҳои асосии таҳлили миқдории устувории ташкилоти молиявӣ ба сценарияҳои шадид, вале имконпазири номусоид мебошад.

Мақсади стресс-санчиш баррасии заминаи назариявии усулҳои гузаронидани он, инчунин арзёбии нақши он дар идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тиҷоратӣ бо таъба ба стандартҳои байналмилалӣ танзим мебошад.

Стресс -санчиш раванди таҳлили таъсири рӯйдодҳои шадиди иқтисодӣ ва молиявӣ ба вазъи молиявии бонк мебошад. Баръакси усулҳои анъанавӣ арзёбии хавф, ба монанди Value at Risk (VaR), стресс -санчиш сценарияҳои нодир, вале эҳтимолан фоҷиаборо ба назар мегирад [14].

Тибқи таърифи Basel Committee on Banking Supervision, стресс -санчиш ба ошкор кардани осебпазирии низоми бонкӣ равона шудааст, ки метавонад дар шокҳои назарраси хавфҳои бозорӣ, қарзӣ ё амалиётӣ ба вучуд ояд [11].

Ҷадвали 4 – Усулҳои санчиши стресс ва хусусиятҳои онҳо

№	Усули стресс санчиш	Моҳияти усул	Афзалиятҳо	Маҳдудиятҳо
1	Таҳлили сценария	Моделсозии рӯйдодҳои мушаххаси шадид (зарбаи иқтисодӣ ё бозорӣ)	Моделсозии воқеии таъсир ба бонк; муайян кардани мавҷҳои осебпазир	Вобастагӣ аз сифати сценарияҳои интихобшуда; ҳодисаҳои нодирӣ ғайриҷаҳишдоштро ба назар намегирад
2	Таҳлили ҳассос	Тағйир додани як ё якчанд омилҳои асосии хавф барои арзёбии таъсир	Осонии татбиқ; муайян кардани омилҳои ҳассостарини хавф	Таъсири мутақобилаи омилҳо ба назар намегирад; дақиқ дар низомҳои мураккаб маҳдуд аст
3	Санчиши баръакси стресс	Муайян кардани шартҳои, ки дар он бонк муфлис мешавад	Ба мо имкон медиҳад, ки таҳдидҳои муҳимро ошкор ва ҷораҳои пешгирикунанда ро омода кунем	Таҳассуси баландро талаб мекунад; мураккабии моделиронии сценарияҳои комплексӣ
4	Санчиши стресси макроиқтисодӣ	Моделсозии таъсири зарбаи макроиқтисодӣ ба портфели бонк	Хавфҳои системаро ба назар мегирад; барои танзимгарон муфид аст	Мураккабии сохтани моделҳо; миқдори зиёди маълумотро талаб мекунад

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси адабиёти [11].

Таҳлили сценарӣ моделсозии сценарияҳои муайяни шадидро дар бар мегирад, масалан, коҳиши шадиди бозори саҳомӣ ё афзоиши меъёрҳои фоизӣ. Барои ҳар як сценария, таъсир ба сармоя ва пардохтпазирии бонк ҳисоб карда мешавад. Мисоли ин сценарияи бӯҳрони молиявии соли 2008 аст, ки дар он стресс-санчиши осебпазирии баланди портфели алоҳидаи бонкиро нишон доданд [16].

Таҳлили ҳассос (sensitivity analysis) ин усул ба тағйирёбии навбатии тағйирёбандаҳои асосӣ (меъёрҳои фоизӣ, қурби асъор, нархи коғазҳои қиматнок) ва арзёбии таъсири онҳо ба натиҷаи молиявӣ асос ёфтааст. Афзалияти усул дар он аст, ки омилҳои хавфноки ҳассостарини ошкор карда шаванд [18].

Санчиши баръакси стресс (reverse stress testing) аз таҳлили он, ки бонк дар кадом шароит муфлис мешавад, оғоз меёбад. Усул имкон медиҳад, ки сценарияҳои муҳим муайян карда шаванд ва пешаки ҷораҳо оид ба пешгирии хавфҳои системавӣ таҳия карда шаванд [10].

Истифодаи стресс- санчиш дар амалияи бонкӣ воситаи ҳатмӣ барои бонкҳои калонест, ки дар низоми байналмилалӣ бонкӣ иштирок мекунанд. Мувофиқи талаботи Basel III, бонкҳо бояд мунтазам стресс- санчишҳоро гузаронанд, арзёбии сармоя ва пардохтпазирӣ дар сценарияҳои шадид [16].

Ширкатҳо ба монанди J. P. Morgan ва ташкилоти молиявӣ дар ИМА ва Аврупо санҷиши стрессро барои арзёбии хавфҳои портфелҳои қарзӣ, воситаҳои бозор ва сохтори маҳсулот истифода мебаранд [17].

Ҷадвали 5 – Намунаи арзёбии таъсири сценарияҳои стресс

Сценария	Фурӯпошии бозори саҳомӣ, %	Талафоти портфели млн \$	Паст кардани сармоя, %
Асосӣ	0	0	0
Бухрони 1	-15	100	8
Бухрони 2	-30	220	18
Бухрони 3	-45	350	30

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси адабиёти [16].

Ҷадвал нишон медиҳад, ки чӣ гуна стресс -санҷиш ба мо имкон медиҳад, ки талафоти эҳтимолии бонкро дар сценарияҳои шадид муайян кунем.

Афзалиятҳои стресс- санҷиш муайян кардани осёбпазирии эҳтимолии ташкилоти молиявӣ, имконияти моделсозии рӯйдодҳои нодир, вале назаррас, ҳамгироӣ ба низоми идоракунии хавфҳо ва банақшагирии сармоя мебошад.

Маҳдудиятҳои стресс санҷиш вобастагии натиҷаҳо аз сифат ва воқеияти сценарияҳо, талаботи баланд ба маълумот ва захираҳои компютерӣ на ҳамеша муносибатҳои ҳамаҷонибаи байни намудҳои гуногуни хавфҳо ба назар мегирад [20]. Хулоса стресс-санҷиш воситаи муассири идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тиҷоратӣ мебошад. Он имкон медиҳад, ки нуқтаҳои заифи сохтори сармоя ва пардохтпазирӣ муайян карда шаванд, оқибатҳои рӯйдодҳои шадиди иқтисодӣ арзёбӣ карда шаванд ва устувории низоми бонкӣ баланд бардошта шавад. Дар яқоягӣ бо дигар усулҳои идоракунии хавфҳо, ба монанди VaR ва таҳлили хавфи қарзӣ, стресс санҷиш асоси сиёсати ҳамаҷонибаи идоракунии хавфҳо ташкил медиҳад.

Моделҳои арзёбии қарзӣ ин усули арзёбии миқдори қобилияти қарзии қарзгиранда бо мақсади пешгӯии эҳтимолияти дефолт мебошад. Он як шӯъбаи таҳлили илмӣ маълумот мебошад, ки дар амалияи бонкӣ ва молиявӣ барои кам кардани хавфи қарзӣ истифода мешавад. Ҳадафи асосии арзёбӣ тақсим кардани қарзгирандагон ба категорияҳои дорои дараҷаҳои гуногуни хавфи қарзӣ дар асоси хусусиятҳои инфиродӣ ва рафтори молиявӣ онҳо мебошад [5].

Дар таҷрибаи ватанӣ Бонки миллии Тоҷикистон дар робита ба тамоюли тағйирёбии сатҳи нархҳои молу маҳсулот ва дурнамои пешгирии хавфҳои эҳтимолий ба иқтисодиёт метавонад меъёри фоизи асосиро тағйир диҳад. Бонки миллии тибқи талаботи қонунгузорӣ барои ташкилоти қарзии молиявӣ аз рӯи пасандозҳои уҳдадорихоӣ ба он баробаркардашуда, захираҳои ҳатмӣ муқаррар мекунад. Меъёр захираҳои ҳатмӣ бо пули миллии ва асъори хориҷӣ дар шакли фоиз муқаррар гардида, метавонанд барои ташкилоти қарзии молиявӣ вобаста ба шакли таъсисёбиашон фарқ дошта бошад. Маблағҳои аз ҳисоби захираҳои ҳатмӣ ҷамъшуда барои иҷрои уҳдадорихоӣ ташкилоти қарзии молиявӣ ҳангоми бозхондани иҷозатномаашон, истифода мешаванд [9].

Арзёбии қарзӣ барои арзёбӣ ва муқоисаи муштариёни эҳтимолий истифода мешавад, ки ба муассисаҳои молиявӣ имкон медиҳад, ки захираҳои қарзиро оқилона тақсим кунанд ва сатҳи бозгаштро коҳиш диҳанд.

Моделҳои скорингӣ алгоритмест, ки дар асоси маълумоти воридотӣ (демографӣ, молиявӣ, рафторӣ) ҳолҳои скорингии қарзгирандаро ҳисоб мекунад. Ин ҳол ҳамчун арзёбии хавф тафсир карда мешавад ҳар қадаре ки ҳол баландтар бошад, эҳтимолияти пешфарзӣ камтар мешавад [5].

Яке аз вазифаҳои классикӣ модели эҳтимолияти дефолт (Probability of Default - PD) дар асоси усулҳои омӯрӣ ва мошинсозӣ мебошад [2].

Регрессияи логистикӣ яке аз моделҳои маълумтарини арзёбӣ мебошад. Он ба мо имкон медиҳад, ки таъсири омилҳо ба эҳтимолияти баргарадонидаи қарз тавассути ёфтани комбинатсияи хаттии тағйирёбандаҳо арзёбӣ кунем [5].

Таҳлили дискриминантӣ усулест, ки қарзгирандагонро ба ду категория (бовиҷдон / мушкilot) дар асоси функсияи хаттӣ тақсим мекунад.

Дар солҳои охир усулҳои омӯзиши мошинсозӣ дар вазифаҳои арзёбӣ самаранокии баланд нишон медиҳанд: дарахти қарордод, ҷангалҳои тасодуфӣ (Random Forest), векторҳои дастгирӣ (SVM), шабакаҳои нейронӣ.

Ҷадвали 6 – Моделҳои арзёбии кредитӣ

Модел	Моҳияти модел	Нишондиҳандаҳои асосӣ	Афзалиятҳо	Камбудииҳо
Коэффитсиентӣ (молиявӣ)	Таҳлили вазъи молиявии қарзгир дар асоси таносуби ҳисобшуда	Пардохтпазирӣ, даромаднокӣ, гардиш, устувории молиявӣ	Сода, дастрасии маълумот	Омилҳои сифатиро ба назар намегирад, омӯри ас
Моделҳои арзёбӣ	Додани ҳолҳо ба қарзгир аз рӯи маҷмуи параметрҳо	Даромад, таърихи қарз, синну сол, шуғл	Суръат, автоматизатсия	Чандирии маҳдуд, ҳавфи ҳалли қолабӣ
Моделҳои қоршиносон	Арзёбӣ дар асоси доварии касбии қоршиносон	Обрӯ, фаъолияти соҳибқорӣ, сифати идорақунӣ	Баҳисобгирии омилҳои сифатӣ	Субъективӣ, вобастагӣ аз таҷрибаи қоршинос
Моделҳои омӯри	Истифодаи усулҳои математикӣ ва эҳтимолият	Маълумоти таърихӣ дар бораи пешфарзҳо	Объективӣ, дақиқӣ дар маълумоти зиёд	Массиви зиёди маълумотро талаб мекунад
Таҳлили таъйиз (Алман ва ғ.)	Ҳисоб қардани нишондиҳандаи интегралӣ эҳтимолияти муфлисшавӣ	Таносуби молиявӣ	Васеъ истифода бурда мешавад, намоёнӣ	Маҳдудияти саноат ва кишвар
Моделҳои шабакаи нейронӣ	Алгоритмҳои ҳудомӯзии таҳлили маълумот	Массивҳои калони маълумоти молиявӣ ва ғайримолиявӣ	Дақиқии баланд, мутобиқшавӣ	Мушкилот, "қуттии сиёҳ"
Моделҳои гибридӣ	Омезиши якҷанд усулҳои арзёбӣ	Нишондиҳандаҳои молиявӣ + ғайримолиявӣ	Арзёбии мукамалтар	Мушкилоти татбиқ

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси адабиёти [15].

Таҷқиқот нишон медиҳад, ки ин равишҳо қодиранд дақиқии пешгӯиро дар муқоиса бо усулҳои анъанавӣ, махсусан дар маҷмуи маълумотҳои зиёд ва мураккаб беҳтар кунанд [15].

Мисол: пертсептрони бисёрқабата ва рамзгузори худқор барои ба даст овардани рамзҳои пинҳонӣ истифода мешаванд, ки сифати таснифи қобилияти қарзии қарзгирандагонро баланд мебардоранд [2].

Арзёбии сифати модели арзёбӣ тавассути: қачҳои ROC ва AUC-тавозуни байни ҳассосият ва мушаххасоти моделро инъикос мекунад [19]. Тасдиқи салиб ва тақсим ба намунаҳои омӯзишӣ/санҷишӣ-барои пешгирии бозомӯзӣ [15]. Тасдиқи моделҳо марҳилаи ҳатмӣ ҳангоми татбиқи онҳо дар амалияи бонкӣ мебошад [19].

Мушкилот ва маҳдудиятҳо сарфи назар аз афзалиятҳо, маҳдудиятҳои муҳими моделҳои баҳогузори мавҷуданд. Тафсиршаванда. Усулҳои муосири омӯзиши мошинро аксар вақт шарҳ додан душвор аст, ки гузаронидани санҷиши танзимро душвор мекунад [13]. Сифати маълумот. Сифати пасти маълумоти ибтидоӣ метавонад ба пешгӯиҳои нодуруст оварда расонад. Мутобиқшавӣ ба шароити иқтисодӣ. Моделҳои дар як заминаи иқтисодӣ омӯхташуда метавонад дақиқии пасти тағйирёбии вазъи бозорро нишон диҳад.

Таҳлилҳои мунтазами адабиёти солҳои охир нишон медиҳанд, ки: моделҳои гибридӣ ва ансамблии ML дар муқоиса бо алгоритмҳои инфиродӣ натиҷаҳои беҳтар медиҳанд. Архитектураҳои тафсиршавандаи шабакаи нейронӣ ва усулҳои шарҳи моделҳо (Explainable AI) торафт бештар талаб қарда мешаванд [13]. Низомҳои автоматикунонидашудаи арзёбӣ бо омӯзиши амиқ сифати арзёбиро беҳтар мекунад, аммо миқдори зиёди маълумот ва захираҳои компютериро талаб мекунад [13].

Хулоса модели арзёбии қарзӣ маҷмуи усулҳои омӯри ва мошинсозӣ мебошад, ки ба арзёбии самаранокии ҳавфи қарзӣ имкон медиҳад. Омезиши усулҳои анъанавӣ бо равишҳои муосири ML тавозуни оптималии байни дақиқӣ ва тафсири моделҳоро таъмин мекунад.

Сармояи иқтисодӣ, ин чораи дохилии хавфест, ки ташкилотҳои молиявӣ (масалан, бонкҳо, ширкатҳои суғурта) барои муайян кардани ҳаҷми сармоя барои пӯшонидани талафоти эҳтимолии ғайричашмдошт бо назардошти профили хавфҳои ташкилот истифода мебаранд. Баръакси сармояи танзимкунанда, ки аз ҷониби стандартҳои беруна муайян мешавад, сармояи иқтисодӣ сатҳи воқеии хавфро дар асоси моделҳои дохилӣ ва арзёбии хавфҳо инъикос мекунад [1].

Чадвали 7 – Моделҳои иқтисодии сармоя

Компонент / Усул	Тавсифи	Афзалиятҳо	Камбудихо	Истифода
Сармояи иқтисодӣ (EC)	Миқдори сармоя барои пӯшонидани талафоти ғайричашмдошт бо эҳтимолияти додашуда	Арзёбии воқеии хавф, равандҳои дохило ба назар мегирад	Маълумоти босифат ва моделсозии мураккабро талаб мекунад	Бонкҳо, ширкатҳои суғурта, молияи корпоративӣ
Хавфи қарзӣ	Зарари эҳтимолий аз сабаби пешфарзии контрагентҳо	Ба мо имкон медиҳад, ки портфели қарзхоро идора кунем	Хавфҳои бозор ва амалиётро ба назар намегирад	Портфели қарзии бонкӣ
Хавфи бозор	Талафот аз сабаби тағйирёбии нархи бозор	Таъсири омилҳои макроиқтисодиро ба назар мегирад	Пешгӯии рӯйдоди шадид душвор аст	Портфели сармоягузорӣ, мавқеи савдо
Хавфи амалиётӣ	Зарар аз равандҳои дохилӣ, хатоҳои ё рӯйдодҳои беруна	Имкони банақша-гирии захираҳо ба-рои рӯйдоди ғайри-чашмдошт медиҳад	Миқдор кардан душвор аст	Равандҳои тичорати дохи-лӣ, суғуртаи зарар
Равиши тақсимот (LDA)	Моделсозии басо-мад ва вазнинии талафот барои ҳар як намуди хатар	Имкон медиҳад, ки тақсимои талафотро ба назар гирем	Мураккабии ҷамъовари хавфҳо маълумоти таърихро талаб мекунад	Арзёбии сармояи иқтисодӣ аз рӯи воҳидҳои алоҳидаи тичорат
Моделсозии интегралӣ	Арзёбии муштараки хавфҳои қарзӣ, бозорӣ ва амалиётӣ	Таносуби байни хавфхоро ба назар мегирад	Мураккабии ба-ланд, захираҳои калони компютерӣ	Идораи хавфи умумии шир-кат, санҷиш-ҳои стресс
RAROC (Risk-adjusted return)	Ҳисоб кардани даромаднокӣ бо назардошти хавф	Имкон медиҳад, ки самаранокии воҳид-ҳои гуногуни тичо-рат муқоиса шавад	Аз дурустии моделҳои сар-мояи иқтисодӣ вобаста аст	Тақсимои сармоя байни воҳидҳо

Сарчашма: Таҳияи муаллиф

Сармояи иқтисодиро метавон ҳамчун миқдори сармояе муайян кард, ки ширкат бояд барои таъмини устуворӣ ва қобилияти баргардонидани зарари ғайричашмдошт бо эҳтимолияти муайяншуда дар оянда нигоҳ дорад. Он хавфҳои қарзӣ, бозорӣ, амалиётӣ ва ғайраро дар бар мегирад. Ин сармоя дар асоси тақсимои талафоти эҳтимолий ҳисоб карда мешавад, ки онро нишондиҳандаи воқеии устувории ширкат нисбат ба талаботи анъанавии танзимкунанда месозад [1]. Моделҳои сармояи иқтисодӣ ҳисобкуниро аз рӯи намудҳои асосии хавф дар бар мегиранд:

- ❖ Хавфи қарзӣ-хавфи иҷро накардани уҳдадориҳо аз ҷониби контрагентҳо.
- ❖ Хавфи бозор-хавфи талафот аз сабаби тағйирёбии шароити бозор.
- ❖ Хавфи амалиётӣ-хавфи талафот аз равандҳои дохилӣ, низомҳо ё рӯйдодҳои беруна.

Барои ҳар як намуди хавф функцияи талафот сохта мешавад ва дар асоси миқдори тақсимои муштараки онҳо сармояи умумӣ муайян карда мешавад. Равиши тақсимот (Loss Distribution Approach) яке аз усулҳои зуд - зуд истифодашаванда мебошад, ки дар он барои ҳар як хатти бизнес басомади талафот ва вазнинӣ моделсозӣ карда мешавад, ки пас аз он ҷамъбасти ин тақсимот эҳтимолияти умумии зарарро медиҳад.

Усули дигар моделсозии ҳамгиросудан хавфҳо мебошад, ки дар он хавфи қарзӣ ва бозорӣ дар як модел якҷоя ба назар гирифта мешаванд, ки ба муайян кардани таносуб ва ҳамкориҳои байни омилҳои гуногуни хавф имкон медиҳад.

Дар амалияи бонкӣ сармояи иқтисодӣ барои:

- ❖ тақсимои сармоя байни воҳидҳои тиҷоратӣ;
- ❖ арзёбии фаъолияти сармоя (масалан, RAROC-хавф бозгашти тасҳеҳшудан сармоя);
- ❖ стресс-санҷиш ва арзёбии муқовимат ба сценарияҳои шадид [1].

Моделҳои сармояи иқтисодӣ пешгӯиҳои тақсимои зарарро барои муайян кардани сармояи зарурӣ барои пӯшонидани қисми ғайриҷашмдошти талафот бо эҳтимолияти баланд истифода мебаранд [1].

Дар сатҳи корпоративӣ, моделҳои иқтисодии сармоя барои арзёбии арзиши сармоя, фишанги муносибкунӣ молиявӣ ва сохторҳои сармоя бо назардошти хавфи муқофот. Онҳо инчунин дар қарорҳои тақсимои захираҳо байни лоиҳаҳо, муносибкунӣ портфели сармоягузорӣ ва ҳисоб кардани ҳадди ақали сармояи зарурӣ барои маҳсулоти нав истифода мешаванд.

Таҳияи моделҳои иқтисодии сармоя бо як қатор мушкилот рӯ ба рӯ мешавад:

- ❖ дурустии арзёбии тақсимои талафот;
- ❖ моделсозии дурусти вобастагӣ байни хавфҳо;
- ❖ зарурати миқдори зиёди маълумоти сифатӣ.

Гарчанде ки сармояи иқтисодӣ аксар вақт барои идоракунии хавфҳои дохилӣ истифода мешавад, танзимгарон инчунин метавонанд натиҷаҳои ин моделҳоро ҳангоми арзёбии мувофиқати сармояи бонкҳо, махсусан дар доираи равандҳои назоратӣ ба назар гиранд. Фарқи байни сармояи иқтисодӣ (арзёбии дохилӣ) ва сармояи танзимкунанда (талаботи беруна), ба монанди стандартҳои Базели II ва Базели III муҳим аст.

Хулоса модели иқтисодии сармоя воситаи таҳлилист, ки ба ташкилот имкон медиҳад, ки ҳадди ақали сармояро барои фаъолияти устувор дар шароити номуайяний арзёбӣ кунанд. Он намудҳои гуногуни хавфҳоро муттаҳид мекунад ва дар қабули қарорҳои огоҳона оид ба сармоя, тақсимои захираҳо ва идоракунии хавфҳо кумак мерасонад. Сарфи назар аз мушкилот дар моделсозӣ ва зарурати маълумоти босифат, сармояи иқтисодӣ концепсияи калидӣ дар иқтисоди молиявии муосир боқӣ мемонад.

Asset-Liability Management (ALM)-идоракунии дороиҳо ва уҳдадориҳо, ин низоми идоракунии стратегияи дороиҳо ва уҳдадориҳои институти молиявӣ бо мақсади ба даст овардани устуворӣ, кам кардани хавфҳо ва муносибкунӣ даромадноки мебошад. ALM тавозуни байни дороиҳои молиявӣ ва уҳдадориҳоро таъмин мекунад, алахусус аз рӯи мӯҳлатҳо ва хавфҳои фоизҳо, пардохтпазирӣ ва дигар омилҳои номуайяний. Чунин низом барои бонкҳо, фондҳои нафақа ва ширкатҳои суғурта муҳим аст [1].

ALM динамикаи дороиҳо ва уҳдадориҳои маҷмӯии ташкилотро барои муайян ва назорат кардани хавфҳои асосӣ тақлид мекунад:

- ❖ Хавфи фоизӣ: тағйирёбии фоизи дороиҳо ва уҳдадориҳо.
- ❖ Хавфи пардохтпазирӣ: эҳтимолияти номувофиқии гардиши пули нақд дар оянда.
- ❖ Сохтори мӯҳлат: мувофиқати мӯҳлати дороиҳо ва уҳдадориҳо.

Мақсади ALM таъмини қобилияти пардохт ва даромаднокии ташкилот дар сценарияҳои гуногуни бозор, кам кардани зарари эҳтимолӣ ва риояи талаботи меъёрий мебошад.

Бисёре аз моделҳои академии ALM барномасозии стохастикӣ барои муносибкунӣ ҳалли идоракунии портфели дороиҳо ва уҳдадориҳо дар шароити номуайяний истифода мебаранд. Дар чунин моделҳо масъалаҳои муносибкунӣ бисёрҷониба таҳия карда мешаванд, ки динамикаи хавфҳо ва қарорҳои тақсимои захираҳо ба назар мегиранд.

Масъалаи номуайянии моделҳо ҷанбаи муҳимми ALM мебошад, зеро хусусиятҳои уҳдадориҳо, вазъи бозор ва параметрҳои макроиқтисодӣ метавонанд пешгӯинашаванда бошанд. Тадқиқоти нав усулҳои коркарди номуайяниро пешниҳод мекунад, масалан, бо истифода аз барисентрҳои Вассерштейн барои интиҳоби бозғатимоди стратегияҳо.

Моделҳои пешрафтаи ALM ҷузъҳои иловагии хавфро ба монанди таваррум ва пардохтпазирӣ бо истифода аз чораҳои хавф ба монанди Lower Partial Moment ва

маҳдудиятҳои CVaR қорӣ мекунад, ки ба мо имкон медиҳад, ки мукофоти хавфро дақиқтар арзёбӣ кунем.

Дар бахши бонкӣ ALM дар идоракунии хавфҳои фоизии портфели бонкӣ (Interest Rate Risk in The Banking Book IRRBB), инчунин дар таъмини мувофиқат ба меъёрҳо, ба монанди коэффитсиентҳои пардохтпазирӣ LCR ва NSFR тибқи стандартҳои Basel III нақши калидӣ мебозад.

Фондҳои нафақа ALM-ро барои мувофиқ кардани уҳдадорӣҳои оянда дар назди иштирокчиён бо дороиҳои қорӣ ва инчунин муайян кардани сохтори муносиби сармоягузорӣ дар дарозмуддат истифода мебаранд.

Инҳо унсурҳои калидӣ, ки ба аксари моделҳои ALM дохил карда шудаанд:

1. Cash flow matching мувофиқа кардани пардохтҳои ояндаи дороиҳо ва уҳдадорӣҳо.

2. Duration matching-кор бо давомнокии дороиҳо ва уҳдадорӣҳо барои кам кардани хавфи фоизӣ.

3. Муносибкунӣ портфел-интихоби сохтори дороиҳо барои ноил шудан ба ҳадафҳои ҳосилнокӣ ва хавф.

Мониторинги пардохтпазирӣ-таҳлили чараёнҳои қорӣ ва оянда барои пешгирии норасоии пардохтпазирӣ.

Моделҳои ALM аксар вақт ҳисобҳои мураккаб, миқдори зиёди маълумот ва таҳлили сценарияро талаб мекунад, ки талаботро ба захираҳои ҳисоббарорӣ ва сифати вуруд зиёд мекунад.

Ҷадвали 8 – Моделҳои Asset-Liability Management (ALM)

Компонент / Элементи ALM	Тавсифи	Афзалиятҳо	Камбудӣҳо	Истифода
Хавфи фоизӣ (Interest Rate Risk)	Хавфи зарар аз сабаби тағирёбии фоизи дороиҳо ва уҳдадорӣҳо	Имкон медиҳад, ки даромаднокӣ ва арзиши сармоя идора шавад	Пешгӯии дақиқи фоизҳоро талаб мекунад	Портфели бонкӣ, идоракунии қарзҳо ва пасандозҳо
Хавфи пардохтпазирӣ (Liquidity Risk)	Имконияти номувофиқи гардиши пул	Пардохтпазирӣ таъмин мекунад, норасоии пардохтпазирӣ пешгирӣ мекунад	Пешгӯии сценарияҳои шадид душвор аст	Бонкҳо, ширкатҳои суғурта, фондҳои нафақа
Duration Matching	Мувофиқати мӯҳлат ва давомнокии дороиҳо ва уҳдадорӣҳо	Хавфи фоизиро коҳиш медиҳад, ба тавозуни портфел кумак мекунад	Динамикаи тағйироти бозорро пурра ба назар намегирад	Муносибкунӣ сохтори тавозун
Cash Flow Matching	Музокироти даромадҳо ва пардохтҳои оянда	Кам кардани хавфи норасоии пули нақд	Мумкин аст бо муҳлати қатъии уҳдадорӣҳо маҳдуд карда шавад	Фондҳои нафақа, ширкатҳои суғурта
Моделҳои стохастикӣ	Пешгӯии сценарияҳои оянда бо истифода аз тақсимои эҳтимолият	Имкон медиҳад, ки номуайяний ва хавфҳои сценарияро ба назар гирем	Миқдори зиёди маълумот ва захираҳои компютериро талаб мекунад	Бонкҳо, портфелҳои калони сармоягузорӣ
Усулҳои CVaR / Ipm	Тадбирҳои хавф барои идоракунии талафоти шадид ва қавравӣҳои манфӣ	Андозагирии дақиқтари хавф-мукофот	Татбиқ ва тафсир душвор аст	Идоракунии хавфи корпоративӣ, порт-фели ALM
Муносибкунӣ портфел	Интихоби сохтори дороиҳо ва уҳдадорӣҳо барои ғоидаи ҳадди аксар дар сатҳи муайяни хавф	Самаранокӣ сармояро меафзояд	Аз дурустии моделҳо ва пешгӯиҳо вобаста аст	Бонкҳо, ширкатҳои сармоягузорӣ, стратегияҳои ALM

Сарчашма: Таҳияи муаллиф

Аз як тараф, танзимгарони молиявӣ истифодаи низомҳои ALM-ро барои риояи стандартҳои пардохтпазирӣ ташвиқ мекунад. Аз тарафи дигар, фарқиятҳо дар танзими

қаламравҳои гуногун метавонанд муносибати ягонро ба моделҳои ALM мушкилтар кунанд.

Хулоса Asset-Liability Management (ALM) як мавзуи муҳими идоракунии молиявӣ мебошад, ки усулҳои иқтисодӣ, омӯрӣ ва стохастикӣ барои мувозинати дороиҳо ва уҳдадориҳо муттаҳид мекунад. Моделҳои ALM устуворӣ ва устувории ташкилоти молиявиро ба хавфҳои марбут ба тағирёбии фоизҳо, пардохтпазирӣ ва номуайянии бозор беҳтар мекунад. Дар ҳаҷони молиявии имрӯза чунин моделҳо бо ҷорӣ намудани усулҳои нави таҳлилӣ ва ҳисоббарорӣ рушд мекунад.

Гуногунрангӣ, ин принсипи калидии назарияи муосири молиявӣ мебошад, ки ба паст кардани хавфи портфели сармоягузорӣ бе бад шудани фоидаи интизорӣ равона карда шудааст. Он ба фарзияе асос ёфтааст, ки мутахҳидкунии дороиҳо бо даромаднокии гуногун ва ҳосиятҳои коррелятсионӣ имкон медиҳад, ки ноустувории умумии сармоягузорӣ коҳиш ёбад. Асоси моделҳои муосири гуногунрангиро назарияи портфели Марковитс (Mean Variance Analysis) ташкил медиҳад, ки соли 1952 пешниҳод шудааст, ки хавфи портфелро тавассути дисперсияи даромаднокӣ арзёбӣ мекунад ва тақсимои дороиҳоро дар асоси тафохуми хавф ва даромаднокӣ муносибкунӣ мекунад [1].

Моделҳои Марковитс портфелро ҳамчун маҷмуи дороиҳо бо даромаднокии пешбинишуда ва сохтори ковариатсионӣ меҳисобад. Ҳамаи асосӣ ин аст, ки хавфро (дисперсия) барои сатҳи муайяни фоидаи интизоршуда кам кунад ё баръакс, фоидаи интизоршударо дар сатҳи муқаррарии хавф ба ҳадди аксар расонад. Ин равиш имкон медиҳад, ки як фронтири самаранок - бисёр портфели муносибӣ сохта шавад, ки дар он ҳама гуна тақмили як параметр бо бад шудани параметри дигар ҳамроҳ карда мешавад [1].

Паст кардани хавфи умумии портфел тавассути дохил кардани дороиҳои бо ҳам алоқамандии паст ё манфӣ ба даст оварда мешавад. Бозгашти байни дороиҳо камтар алоқа дорад, кам кардани хавф тавассути гуногунрангии самараноктар аст. Ин ба мо имкон медиҳад, ки талафоти як дороиро бо фоидаи дигар ҷуброн кунем.

Моделҳои классикӣ Марковитс ба маълумоти воридотӣ (таҳминҳои даромаднокии интизоршуда) ҳассос аст. Моделҳои Блэк Литтерман усули тақмилёфтаре пешниҳод мекунад, ки дар он интизориҳои ибтидоии бозории даромад ҳамчун “мувозинат” истифода мешаванд ва сипас бо назардошти пешгӯиҳои субъективӣ сармоягузор ислоҳ карда мешаванд. Ин имкон медиҳад, ки портфелҳои устувортар ва устувортар дар шароити воқеии бозор ба даст оварда шаванд.

Таҳқиқоти муосир ба модел баҳисобгирӣ номуайянии параметрҳоро (масалан, интизориҳои даромаднокӣ ё матритсаи коррелятсионӣ) дохил мекунад. Чунин равишҳо муносибкунӣ robust ва моделсозии динамикиро истифода мебаранд, ки имкон медиҳад гуногунрангиро ба маълумоти тағйирёбанда дар бозор мутобиқ кунад.

Далелҳои таҷрибавӣ нишон медиҳанд, ки афзоиши дороиҳо дар портфел хавфи онро ба сатҳи муайян коҳиш медиҳад-тақрибан аз 10 то 15 дороиҳо; тавсеаи минбаъда ба коҳиши хавф таъсири камтар мерасонад ва метавонад боиси гуногунрангии аз ҳад зиёд гардад [13].

Гуногунрангӣ тавассути таносуби бозгашти гуногунрангии ва тағйирот дар ковариатсия байни дороиҳо чен карда мешавад. Усулҳои нави муносибкунӣ гуногунрангии чунин равишҳоро дар бар мегиранд, ба монанди андозагирӣ портфелӣ (portfolio dimensionality), ки аз таҳлили классикӣ mean variance берун меравад [11].

Моделҳои классикӣ тақсимои муқаррарии даромаднокӣ ва параметрҳои собитро дар бар мегирад, ки дар бозорҳои воқеӣ хеле кам риоя карда мешаванд. Ин метавонад боиси аз ҳад зиёд арзёбӣ шудани таъсири гуногунрангии гардад, хусусан дар давраи ҳаракатҳои қавии бозор [10].

Баҳисобгирӣ ҳароҷоти муомилотӣ, пардохтпазирӣ дороиҳо ва тағйирёбии таносуб дар давраи буҳрон душвор боқӣ мемонад. Илова бар ин, муносибкунӣ портфели маълумоти таърихӣ метавонад ба устувории суст дар оянда оварда расонад [2].

Хулоса моделҳои гуногунрангии портфел аз таҳлили классикӣ mean variance Markovitz то модели Black Litterman ва равишҳои муосир бо номуайяни василаи васеъро барои тақсимои муносиби дороиҳо таъмин мекунад. Истифодаи онҳо имкон медиҳад, ки хавфи умумии портфел кам карда шавад ва таносуби хавф даромаднокӣ, гарчанде ки

амалия тасҳеҳотро ба шароити воқеии бозор ва кӯшиши ба назар гирифтани омилҳои мураккаб, ба монанди таносуби ноустувор ва номуайянии параметрҳо талаб мекунад.

Ҷадвали 9 – Модели гуногунрангии портфели сармоягузорӣ

Элемент / Усул	Тавсифи	Афзалиятҳо	Камбудихо / Хавфҳо	Истифода
Модели классикии Марковитс	Муносибкунӣ портфел аз рӯи меъёри хавф даромаднокӣ (Mean Variance)	Фронтири самаранок, ибораи одӣ	Ба маълумоти воридотӣ ҳассос аст, тақсимои муқаррариро пешбинӣ мекунад	Бонкҳо, портфелҳои сармоягузорӣ, таҳқиқоти илмӣ
Гуногунрангии коррелятсионӣ	Омезиши дороиҳои таносуби паст ё манфӣ	Хавфи умумии портфелро коҳиш медиҳад	Муносибати таърихӣ метавонад тағйир ёбад, давраҳои бухронӣ	Идоракунии портфели саҳмияҳо, вомбаргҳо, асъорҳо
Модели Блэк Литтерман	Даромаднокии бозорӣ ва пешгӯиҳои субъективиро истифода мебарад	Портфелҳои устувортар, андешаи сармоягузори ба назар мегирад	Иҷрои он душвортар аст, пешгӯиҳои дақиқро талаб мекунад	Менечерони портфели касбӣ
Муносибкунӣ робастӣ / номуайянӣ	Баҳисобгирии номуайянии даромаднокӣ ва ковариатсияҳо	Портфелҳои устувортар дар номуайянӣ	Ҳисобкунӣ мураккаб, нармафзо-ри пурқувватро металабад	Сармоягузори дарозмуддат, стратегияҳои динамики
Cash Flow Diversification /гуногунрангии ҷараён	Тақсимои доро-иҳо бо назар-дошти даромад ва пардохт	Кам кардани хавфи норасоии пардохтпазирӣ	Пешгӯии дақиқи гардиши пулро талаб мекунад	Фондҳои нафақа, ширкатҳои суғурта
Андозаи портфелӣ (Portfolio Dimensionality)	Баҳисобгирии шумораи дороиҳо ва таъсири онҳо ба коҳиши хавф	Муносибкунӣ шумораи дороиҳо барои гуногунрангии максималӣ	Гуногунрангии аз ҳад зиёд метавонад даромадро кам кунад	Идоракунии портфел, алоқатсияи дороиҳо
Гуногунрангии аз рӯи синфҳои дороиҳо	Мачмуи саҳмияҳо, вомбаргҳо, амволи ғайриманкул, сармоягузориҳои алтернативӣ	Хавфро коҳиш медиҳад, иқтидори даромадро меафзояд	Метавонад бо пардохтпазирӣ ё меъёрҳо маҳдуд карда шавад	Портфелҳои институционалӣ ва хусусӣ

Сарчашма: Таҳияи муаллиф

Низомии муносири бонкӣ идоракунии самаранокӣ хавфҳои молиявиро талаб мекунад, зеро устувории бонкҳои тиҷоратӣ бевосита аз қобилияти саривақт муайян кардан ва кам кардани талафоти эҳтимолӣ вобаста аст. Барои бонкҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон масъалаҳои идоракунии хавф дар шароити ноустувории бозори асъор, равандҳои таваррум ва тағйирёбии сохтори портфели қарзӣ аҳамияти махсус доранд. Дар амалияи бонкҳои ватанӣ тадриҷан усулҳои байналмилалӣ арзёбӣ ва идоракунии хавфҳо, аз ҷумла моделҳои Value at Risk (VaR), стресс-санҷиш, арзёбии қарзӣ, модели иқтисоди сармоя, ALM (Asset-Liability Management) ва гуногунрангии портфел ҷорӣ карда мешаванд.

Яке аз моделҳои маъмултарини арзёбии хавфи бозор усули Value at Risk (VaR) мебошад. Ин модел имкон медиҳад, ки зарари максималии имконпазирӣ бонкро дар муддати муайян дар сатҳи муайяни эҳтимолият муайян кунад. VaR барои таҳлили хавфҳои асъорӣ ва фоизӣ, хусусан дар бонкҳое, ки бо асъори хориҷӣ ва коғазҳои қиматнок амалиёт анҷом медиҳанд, фаъолона истифода мешавад. Афзалияти модел ин қобилияти арзёбии миқдори талафоти эҳтимолӣ ва қабули қарорҳои идоракунӣ дар асоси маълумоти омӯрӣ мебошад. Аммо, самаранокӣ VaR аз сифати маълумоти воридотӣ ва дурустии ҳисобҳои математикӣ вобаста аст [6].

Муҳокимаи таҳлил ва таҳқиқот

Воситаи муҳимми назорати устувории молиявии бонкҳо стресс-санҷиш мебошад. Ин усул модели сценарияҳои номусоиди иқтисодиро дар бар мегирад, аз ҷумла тағйироти шадиди қурби асъори миллий, афзоиши таваррум, коҳиши қобилияти пардохти қарзгирандагон ва бад шудани пардохтпазирӣ. Бонки миллии Тоҷикистон ба бонкҳои

тичоратӣ тавсия медиҳад, ки барои арзёбии устувории сармоя ва муайян кардани сатҳи омодагӣ ба бухронҳо стресс-санҷишҳо гузаронанд. Истифодаи стресс-санҷиш ба мо имкон медиҳад, ки самтҳои осебпазири фаъолияти бонкро пешакӣ муайян кунем ва чораҳои кам кардани хавфҳои таҳия кунем [7].

Дар низоми идоракунии хавфҳои қарзӣ ҳолҳои қарзӣ ҷойгоҳи махсус доранд. Моделҳои арзёбӣ ба мо имкон медиҳанд, ки раванди арзёбии қарзгирандагонро дар асоси таҳлили вазъи молиявӣ, таърихи қарзӣ, сатҳи даромад ва дигар нишондиҳандаҳо автоматӣ кунем. Истифодаи арзёбии қарзӣ ба кам шудани ҳиссаи қарзҳои мушкилот ва баланд бардоштани сифати портфели қарзии бонк мусоидат мекунад. Дар бонкҳои тичоратии Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷорӣ намудани технологияҳои арзёбӣ махсусан дар соҳаи қарздиҳии истеъмолий ва маблағгузориҳои хурд муҳим аст [3].

Барои таъмини кофии сармоя, бонкҳо модели иқтисоди сармояро дар асоси принципҳои муносибати байни хавф ва даромад истифода мебаранд. Сармояи иқтисодӣ ҳаҷми маблағҳои худӣ мебошад, ки барои пӯшонидани зарари эҳтимолий аз рӯи намудҳои гуногуни хавфҳо зарур аст. Ин модел имкон медиҳад, ки сармоя байни шӯъбаҳои бонк бо назардошти сатҳи хавфҳои қабулшуда тақсим карда шавад ва ба баланд бардоштани самаранокии идоракунии молиявӣ мусоидат кунад. Истифодаи модели иқтисоди сармоя инчунин ба талаботи байналмилалӣ Кумитаи назорати бонкии Базел ҷавобгӯ аст [12].

Дар шароити муосир низоми ALM (Asset-Liability Management), ки ба идоракунии дороиҳо ва уҳдадориҳои бонк равона шудааст, нақши муҳим мебозад. Вазифаи асосии ALM таъмини тавозуни байни даромаднокӣ ва пардохтпазирӣ, инчунин кам кардани хавфҳои фоизӣ ва асбӯрӣ мебошад. Бонкҳои Тоҷикистон ALM-ро барои назорат кардани муҳлати ҷойгиркунӣ ва ҷалби маблағҳо, танзими сохтори дороиҳо ва уҳдадориҳо, инчунин пешгуи гардиши пул истифода мебаранд. Идоракунии самараноки дороиҳо ва уҳдадориҳо ба нигоҳ доштани устувории молиявӣ ва баланд бардоштани рақобатпазирӣ бахши бонкӣ мусоидат мекунад [4].

Яке аз усулҳои асосии коҳиш додани хавфҳои молиявӣ гуногунрангии портфел мебошад. Моҳияти ин равиш тақсимоли дороиҳо байни самтҳои гуногуни сармоягузорӣ, соҳаҳои иқтисодӣ ва категорияҳои қарзгирандагон мебошад. Гуногунрангии имкон медиҳад, ки эҳтимолияти талафоти назаррас дар натиҷаи бад шудани вазъи мизочон ё соҳаҳои алоҳида кам карда шавад. Гуногунрангии портфели қарзӣ барои бонкҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти махсус дорад, зеро концентратсияи баланди қарзҳо дар бахшҳои алоҳидаи иқтисодӣ метавонад боиси афзоиши хавфҳои системавӣ гардад [8].

Хулоса

Ҳамин тариқ, истифодаи моделҳои муосири идоракунии хавфҳои молиявӣ ба баланд бардоштани устувории бонкҳои тичоратии Ҷумҳурии Тоҷикистон мусоидат менамояд. Истифодаи VAR, стресс-санҷиш, арзёбии қарзӣ, модели иқтисоди сармоя, ALM ва гуногунии портфел ба бонк имкон медиҳад, ки таҳдидро саривақт муайян, эҳтимолияти талафоти молиявиро коҳиш диҳанд ва рушди устувори низоми бонкии кишварро таъмин кунанд.

Пас, моделҳои идоракунии хавфҳои молиявӣ дар бонкҳои тичоратӣ як механизми ҳамаҷониба ва босуръат рушдбанда мебошанд, ки ба таъмини устувории молиявӣ, риояи меъёрҳо ва баланд бардоштани эътимоди муштарӣ ва сармоягузoron нигаронида шудаанд. Дар шароити тағйирёбии бахши молиявӣ, тақмили минбаъдаи ин моделҳо бояд ба технологияҳои рақамӣ, баланд бардоштани мутобиқшавӣ ва ҳамгирии принципҳои рушди устувор ба низоми идоракунии хавфи бонкӣ равона карда шавад.

Муқарриз: Муқимова Н.Р. – д.и.у., дотсенти қабедраи иқтисодиёт ва идора дар истеҳсолоти ДЭИТД ба номи академик М.С. Осими.

Адабиёт

1. Амиров М.С. Моделсозии арзёбии хавфҳои молиявии корхонаҳои саноати хӯрокворӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон. Пайёми молия ва иқтисод: (маълаллаи илмӣ-амалӣ) № 2.1. (41) Душанбе, 2024. С.74-80. ISSN 2663-0389
2. Архипов В. А. Улучшение качества кредитного скоринга с помощью глубоких нейронных сетей // Вестник ААЭУП, 2018.
3. Балабанов И. Т. Основы финансового менеджмента. - Москва: Финансы и статистика, 2021. - 528 с.
4. Жуков Е. Ф. Банковский менеджмент. - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2021. - 655 с.
5. Кочеткова В. В., Ефремова К. Д. Обзор методов кредитного скоринга // Juvenis Scientia, 2017.

6. Лаврушин О. И. Банковские риски: учебник.-Москва: КноРус, 2022.-352с.
7. Национальный банк Таджикистана. Инструкция по управлению банковскими рисками- Душанбе, 2023.
8. Шихиев А. Н. Управление финансовыми рисками коммерческого банка. - Санкт-Петербург: Питер, 2020. - 304 с.
9. Чураев, Б. М. Мутобиқгардони мақсадҳои Бонки миллии Тоҷикистон ба шароити муосир / Б. М. Чураев // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвеститсия. – 2025. – №. 4(72). – Р. 114-122. – DOI 10.65599/SJNU2339. – EDN DCOFWJ.
10. Alexander C. Market Risk Analysis. Vol. IV. Chichester: Wiley, 2009.
11. Basel Committee on Banking Supervision. Basel III: A Global Regulatory Framework for More Resilient Banks and Banking Systems. Basel: BIS, 2011.
12. Basel Committee on Banking Supervision. International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. BIS, 2006.
13. Bucker M. et al. Transparency, Auditability and Explainability of Machine Learning Models in Credit Scoring. arXiv, 2020.
14. Dowd K. Measuring Market Risk. Chichester: Wiley, 2005.
15. Helmi Ayari et al. A recent review on optimisation methods applied to credit scoring models // Artificial Intelligence Review, 2025.
16. Hull J.C. Risk Management and Financial Institutions. Wiley, 2018.
17. J.P. Morgan. RiskMetrics™ - Technical Document. New York, 1996.
18. Jorion P. Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk. McGraw-Hill, 2007.
19. Lukashevich N. A practical approach to validation of credit scoring models // Economic Annals-XXI, 2014.
20. McNeil A., Frey R., Embrechts P. Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools. Princeton University Press, 2015.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Амиров Мухаммадшариф Савзаевич	Амиров Мухаммадшариф Савзаевич	Amirov Muammadsharif Savzaevich
Номзади илмҳои иқтисодӣ	Кандидат экономических наук	Candidate of Economical Sciences
Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон	Международного университета туризма и предпринимательства Таджикистана	International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan
E-mail: amirov.83.83@mail.ru		

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ И ПУТИ ЕГО УКРЕПЛЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

М.Х. Икромова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматривается оценка финансового состояния строительных предприятий Республики Таджикистан. Актуальность исследования обусловлена отраслевыми особенностями строительного комплекса, включая высокую капиталоемкость проектов, длительность производственного цикла, сезонность работ и значительную зависимость от внешних источников финансирования, что усиливает роль управления расчётными отношениями между контрагентами. В работе проанализированы научные подходы к трактовке понятия «финансовое состояние предприятия» как экономической категории. Особое внимание уделено анализу финансового состояния через состояние расчётов с дебиторами и кредиторами, отражающих текущую платёжеспособность и финансовую нагрузку предприятий строительной отрасли. Рассчитаны и проанализированы показатели их структуры и соотношения, позволяющие оценить степень устойчивости расчётных процессов и уровень финансовой зависимости предприятий от внешнего финансирования. Дополнительно отмечается значительная роль денежных переводов трудовых мигрантов как одного из ключевых внешних источников формирования финансовых ресурсов в экономике Республики Таджикистан, оказывающих влияние на ликвидность и платёжеспособность хозяйствующих субъектов, включая строительные предприятия. Результаты исследования могут быть использованы при разработке мероприятий по повышению устойчивости и эффективности финансового управления в строительной отрасли.

Ключевые слова: строительные предприятия, финансовое состояние, дебиторская задолженность, кредиторская задолженность, платёжеспособность, трудовая миграция, Таджикистан.

АРЗЁБИИ ВАЗЪИ МОЛИЯВИ ВА РОҶҶОИ ТАҚВИМИ ОН ДАР КОРХОНАҶОИ СОҲТМОНИИ ТОҶИКИСТОН

М.Х. Икромова

Дар ин мақола вазъи молиявии ширкатҳои сохтмонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ мешавад. Аҳамияти таҳқиқот аз хусусиятҳои соҳаи сохтмон, аз ҷумла талаботи баланди сармоягузори лоиҳаҳо, давраҳои тӯлонии истеҳсолӣ, мавсимияти қор ва вобастагии назаррас аз манбаъҳои берунаи маблағгузорӣ муайян карда мешавад, ки нақши идоракунии муносибатҳои ҳисоббаробаркунии байни тарафҳо таъкият медиҳад. Дар мақола равишҳои илмӣ барои тафсири мафҳуми "вазъи молиявии корхона" ҳамчун категорияи иқтисодӣ таҳлил карда мешавад. Таваҷҷӯҳи махсус ба таҳлили вазъи молиявӣ тавассути ҳолати ҳисоббаробаркунии бо қарздорон ва қарздиҳандагон, ки қобилияти пардохтпазирӣ қарбӣ ва бори гарони молиявии ширкатҳои сохтмониро инъикос мекунад, равона карда шудааст. Нишондиҳандаҳои сохтор ва ҳамбастагии онҳо ҳисоб ва таҳлил карда мешавад, ки ба мо имкон медиҳанд, ки дараҷаи устувории равандҳои ҳисоббаробаркунии ва сатҳи вобастагии молиявии корхонаҳоро аз маблағгузории беруна арзёбӣ кунем. Ғайр аз ин, нақши назарраси интиқоли маблағ аз муҳочирони меҳнатӣ ҳамчун манбаи асосии берунаи захираҳои молиявӣ дар иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон қайд карда мешавад, ки ба пардохтпазирӣ ва қобилияти пардохтпазирӣ субъектҳои соҳибқарӣ, аз ҷумла ширкатҳои сохтмонӣ таъсир мерасонад. Натиҷаҳои таҳқиқот метавонанд дар таҳияи чораҳо оид ба беҳтар кардани устуворӣ ва самаранокии идоракунии молиявӣ дар соҳаи сохтмон истифода шаванд.

Калимаҳои калидӣ: ширкатҳои сохтмонӣ, вазъи молиявӣ, қарзҳои дебиторӣ, қарзҳои кредиторӣ, қобилияти пардохтпазирӣ, муҳочирати меҳнатӣ, Тоҷикистон.

ASSESSMENT OF THE FINANCIAL CONDITION AND WAYS TO STRENGTHEN IT AT CONSTRUCTION ENTERPRISES IN TAJIKISTAN

M.Kh. Ikromova

This article examines the financial condition of construction companies in the Republic of Tajikistan. The relevance of the study is determined by the industry-specific characteristics of the construction industry, including high capital intensity of projects, long production cycles, seasonality of work, and significant dependence on external sources of financing, which reinforces the role of managing settlement relationships between counterparties. The paper analyzes scientific approaches to interpreting the concept of "financial condition of an enterprise" as an economic category. Particular attention is paid to analyzing the financial condition through the state of settlements with debtors and creditors, reflecting the current solvency and financial burden of construction companies. Indicators of their structure and correlation are calculated and analyzed, allowing us to assess the degree of sustainability of settlement processes and the level of financial dependence of enterprises on external financing. Additionally, the significant role of remittances from labor migrants is noted as a key external source of financial resources in the economy of the Republic of Tajikistan, influencing the liquidity and solvency of business entities, including construction companies. The results of the study can be used in developing measures to improve the sustainability and effectiveness of financial management in the construction industry.

Keywords: construction companies, financial condition, accounts receivable, accounts payable, solvency, labor migration, Tajikistan.

Введение

Строительная отрасль Республики Таджикистан является важным сектором экономики и оказывает существенное влияние на социально-экономическое развитие страны. Рост объёмов строительных работ и увеличение числа участников рынка требуют не только эффективной организации производства, но и высокого уровня управления финансами для обеспечения платёжеспособности и устойчивого финансирования предприятий.

Финансовое состояние строительных предприятий во многом определяет их платежеспособность, ликвидность и устойчивость [2]. Специфика отрасли – высокая капиталоемкость, длительный производственный цикл и зависимость от внешних источников финансирования, что усложняет управление финансовыми ресурсами и повышает финансовые риски [3]. В условиях усиливающейся конкуренции и ограниченного доступа к долгосрочному финансированию особую актуальность приобретает управление финансовым состоянием с учётом отраслевых и институциональных особенностей Республики Таджикистан. Несмотря на наличие исследований в области управления финансами, данные вопросы остаются недостаточно разработанными применительно к строительной отрасли.

Таким образом, цель настоящей статьи заключается в оценке финансового состояния строительных предприятий Республики Таджикистан и обосновании направлений его укрепления.

Методы исследования

Основу исследования составили общенаучные и специальные методы экономического анализа. На первом этапе с помощью сравнительного анализа были проведены обзор и сопоставление существующих подходов к определению категории «финансовое состояние предприятия» в трудах учёных.

Аналитическая часть исследования базируется на официальных статистических данных Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, а также на материалах научных публикаций и отраслевых аналитических источников. В процессе исследования применялись методы статистического и динамического анализа для выявления тенденций изменения количества строительных предприятий, объёмов выполненных работ, а также структуры и динамики дебиторской и кредиторской задолженности. Дополнительно рассмотрены данные, характеризующие объёмы денежных переводов трудовых мигрантов по странам.

На заключительном этапе на основе полученных результатов были сформулированы выводы и разработаны практические рекомендации, направленные на укрепление финансового состояния строительных предприятий Республики Таджикистан.

Теоретическая часть

Финансовое состояние предприятия является одной из ключевых характеристик его хозяйственной деятельности, поскольку отражает степень обеспеченности финансовыми ресурсами, эффективность их формирования и использования, а также способность предприятия обеспечивать устойчивое функционирование и развитие в долгосрочной перспективе. Данный показатель во многом определяет конкурентоспособность предприятия и его позиции на рынке.

В экономической литературе финансовое состояние предприятия рассматривается как экономическая категория, характеризующая способность хозяйствующего субъекта обеспечивать устойчивое функционирование и своевременное выполнение обязательств перед контрагентами. В научных исследованиях выделяются различные подходы к его трактовке, что обусловлено многогранностью данного понятия и различием используемых критериев оценки. Существующее многообразие подходов к определению финансового состояния требует их систематизации и сопоставления, что представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Подходы к определению финансового состояния предприятия в экономической литературе

Авторы	Трактовки
И.А. Бланк	Финансовое состояние предприятия характеризуется системой показателей, отражающих наличие, размещение и использование финансовых ресурсов, а также способность предприятия своевременно выполнять свои обязательства.
В.В. Ковалёв	Финансовое состояние предприятия — это экономическая категория, отражающая структуру капитала, степень финансовой устойчивости и платёжеспособности организации.
А.Д. Шеремет	Финансовое состояние предприятия определяется соотношением активов и источников их формирования, а также эффективностью использования финансовых ресурсов.
Г.В. Савицкая	Состояние предприятия — это результат его производственной, коммерческой и финансовой деятельности, который выражается в способности предприятия к саморазвитию и выполнению обязательств.

Источник: составлено автором на основе анализа научной литературы [2, 4, 12, 9]

Таким образом, в экономической литературе отсутствует единый подход к трактовке финансового состояния предприятия. Для целей исследования управления финансовым состоянием строительных предприятий наиболее обоснованным является подход И.А. Бланка [2], рассматривающий финансовое состояние через систему показателей и способность предприятия своевременно выполнять финансовые обязательства. Подход В.В. Ковалёва [4] дополняет данную трактовку, акцентируя внимание на структуре капитала и финансовой устойчивости, что особенно важно для строительных предприятий с высокой долей заёмных средств. В свою очередь, подход А.Д. Шеремета [12], основанный на соотношении активов и источников их формирования, позволяет учитывать отраслевые особенности строительной деятельности.

Таким образом, анализ различных подходов к определению финансового состояния предприятия позволяет выделить ключевые характеристики, важные для строительных предприятий Республики Таджикистан: способность своевременно выполнять обязательства, поддерживать финансовую устойчивость и эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Именно эти аспекты становятся основой для организации и совершенствования управленческих процессов.

Основная часть

Финансовое состояние строительных предприятий напрямую влияет на их способность обеспечивать ликвидность и поддерживать платёжеспособность. Проблемы управления финансами и оценка финансового состояния рассматривались как в общих трудах по финансовому менеджменту: И.А. Бланк [2], А.Д. Шеремет [12], В.В. Ковалёв [4], Г.В. Савицкая [9], так и в специализированных исследованиях, посвящённых экономике и финансам строительной отрасли: В.В. Бузырев [3], С.А. Баронин [1] и др. Авторы едины во мнении, что высокая капиталоемкость, длительный инвестиционный цикл, зависимость от внешних источников финансирования и повышенные финансовые риски формируют специфику строительного бизнеса и требуют применения специализированных методов финансового управления.

Ключевое значение в этой связи приобретает управление оборотным капиталом, которое в строительстве осложнено необходимостью одновременного финансирования нескольких объектов, существенными объёмами незавершённого производства и специфической структурой дебиторской и кредиторской задолженности. Как отмечает В.В. Бузырев [3] в контексте экономики строительства, эффективное управление оборотными средствами здесь предполагает не просто контроль ликвидности, но и синхронизацию денежных потоков с длительными этапами строительно-монтажных работ.

Не менее важным инструментом управления финансовым состоянием строительных предприятий является оценка инвестиционных проектов с применением методов дисконтирования денежных потоков (NPV, IRR). Специфика их использования в строительстве обусловлена необходимостью учёта поэтапного финансирования, длительных временных лагов между осуществлением инвестиций и возвратом вложенных средств, а также высокой чувствительности проектов к макроэкономическим и институциональным рискам [5].

С.А. Баронин [1] подчёркивает, что традиционные инвестиционные модели требуют адаптации с учётом отраслевой цикличности и нормативно-правовой базы, регулирующей порядок финансирования и приёмки строительно-монтажных работ. Реализация инвестиционных решений и оценка их эффективности в строительной отрасли невозможны без системного анализа финансового состояния предприятия, основанного на данных финансовой отчетности. Финансовая отчетность позволяет объективно оценить способность строительной организации обеспечивать финансирование инвестиционных проектов, поддерживать необходимый уровень ликвидности и платёжеспособности на протяжении длительного производственного цикла [6].

В этой связи в работах М.В. Калемуллоева [7] и других таджикских ученых подчёркивается, что эффективность управления финансовым состоянием предприятий напрямую зависит от качества анализа финансовой отчетности, поскольку именно она служит ключевым источником информации для оценки финансовой устойчивости и финансовой конкурентоспособности хозяйствующих субъектов. Устойчивое финансовое

состояние при этом характеризуется рациональным использованием финансовых ресурсов и капитала, а также способностью предприятия своевременно выполнять обязательства перед собственниками, персоналом, контрагентами и государством.

Вместе с тем анализ финансовой отчетности не может рассматриваться как изолированный инструмент, а должен быть интегрирован в целостную систему управления финансовым состоянием строительного предприятия. Такой системный подход предполагает использование комплекса взаимосвязанных управленческих инструментов, направленных на обеспечение стабильного функционирования и стратегического развития организации. В этой связи особый научный и практический интерес представляет концепция управления финансовым состоянием, разработанная И.А. Бланком [2], универсальные положения которой могут быть адаптированы к специфике строительных предприятий Республики Таджикистан с учётом их высокой капиталоемкости, длительного производственного цикла и зависимости от внешних источников финансирования.

По мнению И.А. Бланка [2], оценка финансового состояния представляет собой целенаправленный процесс формирования, распределения и использования финансовых ресурсов с целью обеспечения стабильного функционирования и развития предприятия. Ключевыми инструментами этого процесса являются финансовое планирование, анализ и контроль, управление денежными потоками и структурой капитала. Применительно к строительным предприятиям Республики Таджикистан системный подход И.А. Бланка позволяет интегрировать анализ финансовой отчетности, оценку ликвидности, платёжеспособности и устойчивости с управлением инвестиционными и операционными потоками.

На рисунке 1 представлены ключевые инструменты оценки финансового состояния, адаптированные с учётом особенностей строительной отрасли [2].



Рисунок 1 – Инструменты оценки финансового состояния строительных предприятий [2]

На рисунке 1 представлены основные инструменты управления финансовым состоянием, адаптированные к строительной отрасли [2].

В настоящем исследовании оценка финансового состояния строительных предприятий проводится на основе системного подхода И.А. Бланка к управлению финансовым состоянием. Согласно данной концепции, финансовое состояние рассматривается как интегральная характеристика, включающая ликвидность, платёжеспособность, финансовую устойчивость и эффективность использования оборотного капитала.

Практическая реализация системного подхода выражается через комплексный анализ структуры обязательств и источников их покрытия, динамики дебиторской и кредиторской задолженности, а также оценки способности предприятий своевременно выполнять финансовые обязательства. Использование инструментов, представленных на рисунке 1, позволяет строительным организациям рационально распределять финансовые ресурсы, контролировать ликвидность и платёжеспособность, управлять денежными потоками и структурой капитала, а также снижать финансовые риски,

присущие высококапиталоёмким проектам с длительным производственным циклом. Такой комплексный подход обеспечивает целостное рассмотрение статистических данных в контексте устойчивости финансовой модели предприятия и отраслевой специфики строительного бизнеса, включая зависимость от внешних источников финансирования и авансовых платежей по государственным или инвестиционным проектам.

Для лучшего понимания структуры строительной отрасли Республики Таджикистан и особенностей управления финансовыми ресурсами рассмотрим распределение предприятий по форме собственности в период с 2020 по 2024 годы (таблица 2).

Таблица 2 – Строительные предприятия по форме собственности, единиц

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	2024/2020, %
Всего	3463	3523	3833	4314	4355	125,8
В том числе действующие	1895	2075	2266	2346	2512	132,6
Государственные	138	150	144	142	139	100,7
Частные	1682	1841	2037	2119	2281	135,6
Совместные (с участием иностранных инвестиций)	75	84	85	85	92	122,7

Источник: [10]

Анализ таблицы 2 показывает, что в период с 2020 по 2024 годы общее число строительных предприятий выросло с 3463 до 4355 единиц (+25,8 %). При этом количество действующих предприятий увеличилось с 1895 до 2512 (+32,6 %), а частных предприятий — с 1682 до 2281 (+35,6 %), что свидетельствует о значительном расширении рынка и росте конкуренции. Число государственных предприятий осталось практически стабильным — 138 в 2020 году и 139 в 2024 году (+0,7 %), а совместные предприятия с иностранными инвестициями выросли с 75 до 92 единиц (+22,7 %) [10]. Увеличение числа действующих и частных предприятий повышает значимость эффективного использования финансовых ресурсов. Инструменты контроля ликвидности и платёжеспособности становятся особенно актуальными, а управление структурой капитала — критически важным для обеспечения устойчивого развития и снижения финансовых рисков строительных предприятий [5].

Увеличение числа строительных компаний сопровождается значительным увеличением объема строительных работ, что отражено на рисунке 2 [10-11].

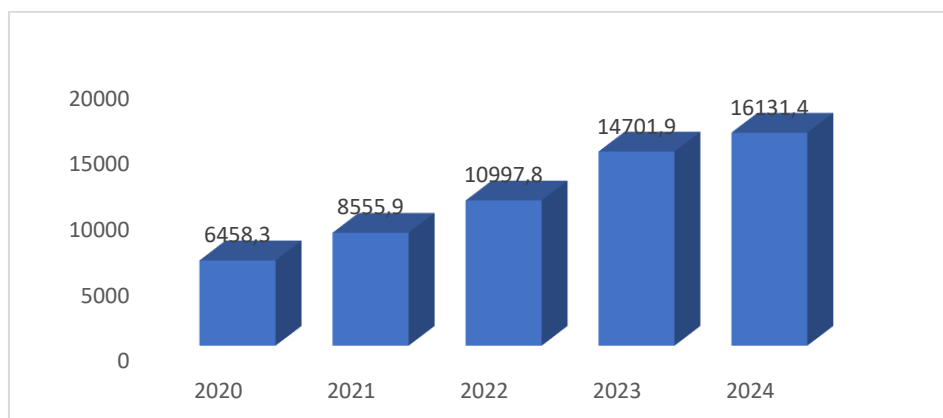


Рисунок 2 – Динамика объема строительных работ за 2020-2024гг., млн сомони [10-11]

Анализ рисунка 2 показал, что за период с 2020 по 2024 годы объем строительных работ вырос с 6458,3 млн сомони до 16131,4 млн сомони, что более чем в 2,5 раза превышает показатели начала периода. Наиболее заметный рост наблюдается в 2022-2024гг., что свидетельствует об активизации инвестиционной деятельности и расширении масштабов строительства в стране [11].

Важное значение для оценки финансового состояния строительных предприятий имеет анализ динамики дебиторской и кредиторской задолженности. Данные показатели оказывают непосредственное влияние на платёжеспособность предприятий и

характеризуют особенности их расчётных отношений с контрагентами. Информация о величине и динамике задолженности строительных предприятий представлена в таблице 3.

Таблица 3 отражает изменения дебиторской и кредиторской задолженности строительных предприятий за 2020–2024 гг. и позволяет оценить их финансовое состояние и эффективность расчётов с контрагентами.

В рассматриваемый период дебиторская задолженность демонстрировала умеренное снижение: с 4547,5 млн. сомони в 2020 г. до 3418,9 млн. сомони в 2022 г., после чего в 2023–2024 гг. наблюдался рост до 4434,8 млн. сомони. В целом за 2020–2024 гг. показатель снизился на 2,5%, что указывает на относительно стабильное состояние расчётов с клиентами и контрагентами.

Кредиторская задолженность за этот же период имела более выраженную динамику. С 8020,7 млн. сомони в 2020 г. она увеличилась до 10197,7 млн. сомони в 2021 г., затем снизилась до 6224,5 млн. сомони в 2022 г., и вновь выросла до 9902,4 млн. сомони в 2024 г. В целом за анализируемый период рост составил 23,5%, что отражает увеличение объёма обязательств предприятий перед поставщиками и подрядчиками.

Таблица 3 – Динамика дебиторской и кредиторской задолженности строительных предприятий

Показатели	2020г.	2021г.	2022г.	2023г.	2024г.	Изменение 2024/2020, %
Дебиторская задолженность, млн. сомони	4547,5	3672,8	3418,9	3719,9	4434,8	-2,5%
Кредиторская задолженность, млн. сомони	8020,7	10197,7	6224,5	6937,3	9902,4	+23,5%
Соотношение дебиторской/кредиторской задолженности	0,57	0,36	0,55	0,54	0,45	

Источник: составлена автором [10]

Соотношение дебиторской и кредиторской задолженности (ДЗ/КЗ) на протяжении всего периода было меньше 1, что свидетельствует о преобладании обязательств над требованиями к контрагентам. В 2020 г. коэффициент составлял 0,57, в 2021 г. снизился до 0,36, что отражает рост финансовой нагрузки и увеличение доли обязательств. В 2022–2023 гг. показатель составил 0,55–0,54, демонстрируя частичное улучшение соотношения требований и обязательств, однако в 2024 г. коэффициент вновь снизился до 0,45. Вместе с тем следует учитывать отраслевую специфику: в строительной сфере превышение кредиторской задолженности над дебиторской не всегда носит негативный характер и в ряде случаев может отражать особенности бизнес-модели, а также свидетельствовать об эффективном использовании привлечённых средств в операционной деятельности. [1].

Необходимо отметить, что значительная часть финансовых ресурсов экономики Республики Таджикистан формируется за счёт денежных переводов трудовых мигрантов, которые косвенно влияют на финансовое обеспечение отдельных отраслей, включая строительный сектор. В этой связи представляется целесообразным рассмотреть роль указанных переводов в формировании платёжеспособного спроса и обеспечении финансовых потоков в экономике.

По данным Международной организации по миграции (МОМ) и Всемирного банка, в 2024 году объём денежных переводов в Таджикистан достиг 5,8 млрд долларов США, увеличившись на 27% по сравнению с 2023 годом. Данные переводы составляют около 45% ВВП страны, что является одним из самых высоких показателей в мире и существенно превышает аналогичные значения в других государствах (рис. 3) [8, 13].

Денежные переводы в % к ВВП

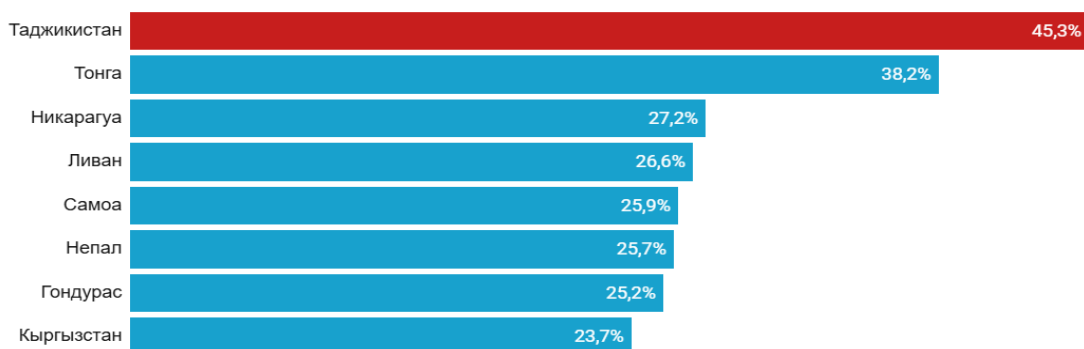


Рисунок 3 – Объём денежных переводов трудовых мигрантов в % к ВВП по странам в 2024 г. [8, 13]

Указанные финансовые поступления оказывают опосредованное влияние на платёжеспособность экономики, стимулируя потребительский спрос, инвестиционную активность населения и, как следствие, формирование заказов в строительной отрасли. Таким образом, устойчивость финансовых потоков в строительном секторе во многом зависит от объёмов и стабильности внешних трансфертов.

Выводы и рекомендации

По результатам проведённого анализа установлено, что ключевыми факторами, определяющими финансовое состояние строительных предприятий Республики Таджикистан, являются структура источников финансирования, а также состояние расчётных отношений с контрагентами, отражаемое динамикой дебиторской и кредиторской задолженности. При этом преобладание кредиторской задолженности над дебиторской свидетельствует об усилении финансовой нагрузки и зависимости предприятий от внешних источников финансирования.

В целях повышения устойчивости расчётных процессов строительных предприятий целесообразно совершенствовать управление дебиторской и кредиторской задолженностью, включая усиление договорной и платёжной дисциплины, сокращение сроков расчётов с контрагентами и повышение контроля за состоянием взаиморасчётов. Дополнительно важным направлением является оптимизация структуры источников финансирования за счёт снижения зависимости от краткосрочных обязательств и расширения доступа к долгосрочным финансовым ресурсам.

Также необходимо развивать систему финансового планирования и управления денежными потоками, ориентированную на повышение сбалансированности поступлений и обязательств предприятий, а также совершенствовать аналитические процедуры оценки расчётных отношений для повышения обоснованности управленческих решений. Таким образом, повышение финансовой устойчивости строительных предприятий связано прежде всего с улучшением управления расчётными отношениями и денежными потоками, что способствует снижению финансовых рисков и укреплению стабильности строительной отрасли Республики Таджикистан [6].

Рецензент: Ахмадзода Ф.М. – к.э.н., доцент Таджицкого национального университета.

Литература

1. Баронин С.А. Финансовый менеджмент в строительстве: теория и практика: монография. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 256 с.
2. Бланк И.А. Финансовый менеджмент. - 15-е изд., перераб. и доп. -М.: ЮНИТИ, 2020. - 576 с.
3. Бузырев В.В., Чубин И.М. Экономика строительства: учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Академия, 2015. — 352 с.
4. Ковалёв В.В. Финансовый анализ: управление капиталом, выбор инвестиций, анализ отчетности. — М.: Финансы и статистика, 2016. — 432 с.
5. Каримова З.М. Ключевые аспекты управления рисками в строительном бизнесе // Политехнический Вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции, №2(61), 2024г. - С.61-66.
6. Каримова, З. М. К вопросу взаимодействия участников инвестиционного процесса строительного комплекса / З. М. Каримова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – Т. 2, № 1(41). – С. 112-119. – EDN OUPBP.

7. Калемуллоев М.В., Файзуллоев А.Х. Совершенствование методики анализа финансово-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий Республики Таджикистан / М.В. Калемуллоев, А.Х. Файзуллоев // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – 2020. – № 5. – С. 164-170.
8. Международная организация по миграции. Данные о миграции в Центральной Азии [Электронный ресурс]. - URL: (дата обращения: 15.05.2026). <https://www.iom.int/central-asia>
9. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник. — М.: ИНФРА-М, 2020. — 512 с.
10. Статистический ежегодник 2024 // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2025. 442 с.
11. Статистический сборник: Строительство в Республике Таджикистан 2025 // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2025. 66 с.
12. Шермет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. - М.: ИНФРА-М, 2018. — 208 с.
13. Международный банк <https://www.worldbank.org/ext/en/country/tajikistan> (дата обращения: 15.05.2026 г.)
14. Каримова, З. М. Использование эскроу-счетов в жилищном строительстве, как инструмента повышения экономической безопасности строительной отрасли / З. М. Каримова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 1(73). – С. 182-190. – DOI 10.65599/III1310. – EDN HQHJWV.

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

TJ	RU	EN
Икромов Милоҳат Холлова	Икромов Милохат Холлова	Ikromova Malokhat Kholovna
ассистенти кафедраи иқтисодиёт ва идоракунии дар сохтмон	ассистент кафедры «Экономика и управление в строительстве»	assistant of the Department of Economics and Management in Construction
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
Email: malo-8989@mail.ru		

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

М.У. Каримова, У.Дж. Рахимов

Таджикский технический университета имени академика М.С. Осими

В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты совершенствования организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием регионов Республики Таджикистан. Проведён анализ динамики макроэкономических и региональных показателей за 2018–2024 гг., выявлены экономические диспропорции и институциональные ограничения регионального развития. Обоснованы направления модернизации механизма управления, направленные на повышение инвестиционной активности, финансовой самостоятельности регионов и эффективности государственной региональной политики.

Ключевые слова: устойчивое развитие, региональная экономика, организационно-экономический механизм, территориальная дифференциация, государственное регулирование, межбюджетные отношения.

ТАКМИЛИ МЕХАНИЗМИ ТАШКИЛИ-ИҚТИСОДИИ ИДОРАКУНИИ РУШДИ УСТУВОРИ МИНТАҚАҲОИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

М.У. Каримова, У.Ҷ. Раҳимов

Дар мақола ҷанбаҳои назариявӣ ва амалии такмили механизми ташкилӣ-иқтисодии идоракунии рушди устувори минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ карда мешаванд. Таҳлили тамоюли нишондиҳандаҳои макроиқтисодӣ ва минтақавӣ дар солҳои 2018–2024 анҷом дода шуда, нобаробарии иқтисодӣ ва маҳдудиятҳои институтсионалии рушди минтақаҳо муайян гардидаанд. Самтҳои такмили механизми идоракунии, ки ба баланд бардоштани ҷаъолиятҳои сармоягузорӣ, мустақилияти молиявии минтақаҳо ва самаранокии сиёсати давлатии минтақавӣ равона шудаанд, асоснок карда шудаанд.

Калидвожаҳо: рушди устувор, иқтисоди минтақавӣ, механизми ташкилӣ-иқтисодӣ, нобаробарии ҳудудӣ, танзими давлатӣ, муносибатҳои байнибучетӣ.

IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM FOR MANAGING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

M.U. Karimova, U.J. Rakhimov

The article examines the theoretical and applied aspects of improving the organizational and economic mechanism for managing the sustainable development of the regions of the Republic of Tajikistan. An analysis of the dynamics of macroeconomic and regional indicators for 2018–2024 was conducted, and territorial disparities as well as institutional constraints to spatial development were identified. The directions for modernizing the management mechanism aimed at increasing investment activity, enhancing the financial autonomy of regions, and improving the effectiveness of state regional policy are substantiated.

Keywords: sustainable development, regional economy, organizational and economic mechanism, territorial differentiation, state regulation, interbudgetary relations.

Введение

В современных условиях трансформации национальной экономики Республики Таджикистан особую актуальность приобретает проблема обеспечения устойчивого развития регионов как основы долгосрочной макроэкономической стабильности и повышения качества жизни населения. Концепция устойчивого развития предполагает сбалансированное сочетание экономических, социальных и институциональных факторов роста [1]. Пространственная неоднородность социально-экономического развития, различия в ресурсном потенциале территорий и инфраструктурные ограничения обуславливают необходимость совершенствования существующего организационно-экономического механизма управления региональными системами [2].

Методы исследования

В ходе исследования использованы методы системного, сравнительного и статистического анализа, а также элементы регионально-экономического и институционального подходов к оценке устойчивого развития территорий. Информационной базой исследования послужили данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан за 2018–2024 гг., материалы научных публикаций и нормативно-правовых документов в сфере регионального развития. В статье проведён анализ динамики валового внутреннего продукта, валового регионального продукта, структуры региональной экономики и показателей ВРП на душу населения. Для выявления территориальных диспропорций применены методы сравнительного анализа региональных показателей и оценки межрегиональной дифференциации.

Организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием регионов представляет собой систему взаимосвязанных институтов, методов регулирования и экономических инструментов воздействия, направленных на реализацию стратегических целей территориального развития [5]. Его структура включает нормативно-правовое обеспечение, стратегическое и программное планирование, бюджетно-налоговые инструменты, инвестиционные механизмы, государственно-частное партнёрство и систему мониторинга эффективности.

Анализ динамики валового внутреннего продукта и валового регионального продукта за 2018–2024 гг. свидетельствует о сохранении положительной тенденции экономического роста. ВВП страны демонстрирует устойчивое увеличение, что отражает расширение масштабов хозяйственной деятельности и укрепление макроэкономической базы (табл.1). Вместе с тем структура валового регионального продукта указывает на наличие территориальной асимметрии: экономически более развитые регионы формируют основную долю регионального продукта, тогда как горные и удалённые территории характеризуются ограниченной диверсификацией и более низкой инвестиционной активностью. Для горных и предгорных районов, где в настоящее время наблюдается отсутствие должного внимания к нуждам и заботам горных жителей, во все времена была актуальной государственная поддержка региональных проблем экономического, социального, этнокультурного и экологического характеров. Различные государственные программы поддержки горных территорий должны были способствовать выравниванию жизни между жителями гор и населением, живущим в более благоприятной равнинной зоне [8]. Подобная дифференциация соответствует выводам теории пространственного развития и полюсов роста [4].

Таблица 1 – Анализ динамики макроэкономических показателей Республики Таджикистан за 2018–2024 гг.

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ВВП, млн. сомони	71059,2	79109,8	86958,3	101076,3	118181,7	132781,9	153402,2
Темп роста к предыдущему году, %	107,6	107,4	104,4	109,4	108,0	108,3	108,4
ВВП на душу населения, сомони	7870,2	8580,1	8922,2	10312	11838,8	13039,2	14760,0
ВРП по РТ, млн. сомони	61368,4	68691,3	73870,5	91932	108831	123026,8	146111,7
Темп роста к предыдущему году, %	109,6	111,9	117,72	109,95	108,59	107,93	104,99
Удельный вес ВРП к ВВП, %	89,1	88,8	89,5	92,9	94,0	92,7	95,2

Источник [3]: Статистический ежегодник Республики Таджикистан //Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. -2025 г., стр. 215

Представленные данные (табл.1) отражают устойчивую положительную динамику ключевых макроэкономических показателей Республики Таджикистан за 2018–2024 гг. Анализ свидетельствует о последовательном росте валового внутреннего продукта, который увеличился с 71 059,2 млн сомони в 2018 г. до 153 402,2 млн сомони в 2024 г., то есть более чем в 2,1 раза. Подобная динамика указывает на расширение масштабов национальной экономики, рост совокупного спроса и увеличение объемов производства в базовых секторах хозяйства. Среднегодовые темпы прироста ВВП сохраняются на уровне 7–9 %, что характеризует экономическое развитие как устойчивое и поступательное.

Вместе с тем в 2020 г. отмечается замедление темпа роста до 104,4 %, что обусловлено воздействием внешних шоков и пандемийных ограничений, однако уже в 2021 г. наблюдается восстановительная динамика.

Рост ВВП сопровождался увеличением показателя на душу населения: с 7 870,2 сомони в 2018 г. до 14 760 сомони в 2024 г. Почти двукратное увеличение данного индикатора отражает повышение номинального объема создаваемой добавленной стоимости в расчете на одного жителя и свидетельствует об укреплении экономической базы страны. Однако для комплексной оценки уровня благосостояния населения необходим учет инфляционных процессов и анализ реального ВВП.

Показатели валового регионального продукта также демонстрируют устойчивую тенденцию к росту — с 61 368,4 млн сомони в 2018 г. до 146 111,7 млн сомони в 2024 г. Наиболее высокий темп роста зафиксирован в 2020 г. (117,72 %), что может быть связано со структурными сдвигами и перераспределением экономической активности. В последующие годы темпы роста постепенно стабилизируются, что свидетельствует о переходе экономики к более сбалансированной фазе развития.

Удельный вес ВРП в структуре ВВП варьируется в пределах 88,8–95,2 %, при этом прослеживается тенденция к его увеличению. Это характеризует усиление роли регионального производства в формировании национального продукта и указывает на укрепление территориальной экономической системы.

В целях углублённого анализа территориальной дифференциации экономического роста целесообразно рассмотреть динамику объёма валового регионального продукта по регионам Республики Таджикистан, представленную в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика объёма ВРП по регионам Республики Таджикистан за период 2018-2024 гг.

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ВРП по РТ, млн. сомони	61368,4	68691,3	73870,5	91932	108831	123026,8	146111,7
ВРП по ГБАО, млн. сомони	1035,6	1063,4	1065	1278,8	1365,3	1736,6	2501,9
ВРП по Согдийской обл.	18343,8	20537,1	21621,9	27465,4	31939,2	35186,3	42433,3
ВРП Хатлонской обл., млн.сомони	17107,5	19664	22080,5	26967,8	33832,1	36064,7	42803,6
ВРП г.Душанбе, млн.сомони	13808	15139,2	15570,5	18905,8	22520,7	26406,3	31255,7
ВРП РРП, млн. сомони	11073,5	12287,6	13532,6	17314,1	19173,7	23641,9	27117,2

Источник [3]: Статистический ежегодник Республики Таджикистан //Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. -2025 г, стр. 215.

Представленные данные табл. 2 и рис.1 характеризуют структурное распределение валового регионального продукта Республики Таджикистан по регионам в 2018–2024 гг. Анализ позволяет выявить особенности территориальной дифференциации экономического развития и изменения вклада регионов в формирование национального продукта.

В исследуемом периоде наибольший удельный вес в структуре ВРП стабильно занимают **Согдийская и Хатлонская области**, совокупная доля которых формирует более половины регионального продукта страны. Доля **Согдийской области** варьируется в пределах 28,6–29,9 %, демонстрируя относительную стабильность, что свидетельствует о сформированной производственной базе и устойчивой отраслевой структуре региона.

Хатлонская область характеризуется тенденцией постепенного увеличения доли — с 27,88 % в 2018 г. до максимального значения 31,09 % в 2022 г., после чего наблюдается незначительная корректировка показателя. Это может быть связано с активизацией агропромышленного производства, инфраструктурными проектами и инвестиционной активностью.

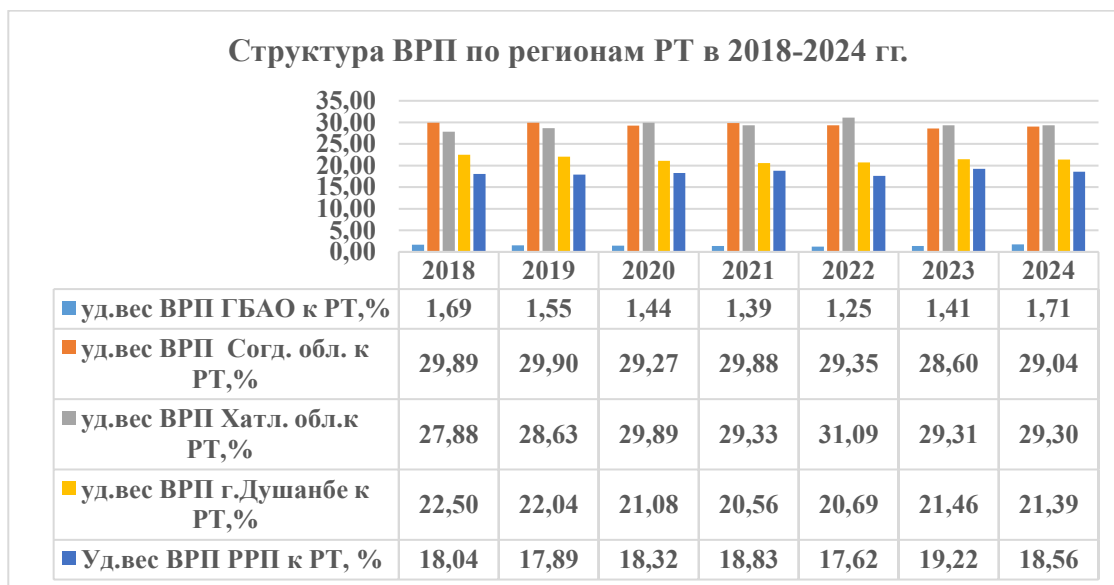


Рисунок 1 – Структура ВРП по регионам РТ в 2018-2024 гг.

Источник [3]: Статистический ежегодник Республики Таджикистан // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. - 2025 г. - стр. 215.

Существенную положительную динамику демонстрируют **районы республиканского подчинения (РРП)**. Их доля увеличилась с 18,04 % в 2018 г. до 21,39 % в 2024 г., что свидетельствует о расширении экономической активности в пригородных и административно значимых территориях, а также о процессах территориальной концентрации производства.

Наименьший вклад в структуру ВРП сохраняет **Горно-Бадахшанская автономная область (ГБАО)** — в пределах 1,25–1,71 %. Низкий удельный вес региона обусловлен объективными факторами: высокогорным рельефом, ограниченностью транспортной инфраструктуры, узостью внутреннего рынка, высокой себестоимостью производства и слабой диверсификацией экономики.

В целом, структура ВРП Республики Таджикистан в 2018–2024 гг. характеризуется относительной устойчивостью при умеренных межрегиональных сдвигах. Существенных диспропорций не наблюдается, однако сохраняется выраженная территориальная концентрация экономической активности в экономически более развитых регионах. Рост доли РРП и Хатлонской области может свидетельствовать о перераспределении инвестиционных потоков и постепенной трансформации региональной структуры экономики.

Несмотря на общую положительную динамику макроэкономических показателей, сохраняется выраженная территориальная дифференциация социально-экономического развития. Особенно остро данные проблемы проявляются в горных и предгорных районах страны, где ограниченность инфраструктуры, высокая себестоимость хозяйственной деятельности и демографические особенности сдерживают темпы роста.

Анализ показывает, что во всех регионах страны наблюдается устойчивая тенденция роста данного показателя, что свидетельствует о постепенном расширении экономической активности, увеличении объёмов производства и росте доходов населения. Однако темпы роста и уровень показателей существенно различаются по регионам, что указывает на сохраняющуюся региональную дифференциацию социально-экономического развития.

Диаграмма (рис.2) отражает динамику валового регионального продукта на душу населения по регионам Республики Таджикистан за 2018–2024 гг. Наиболее высокие показатели на протяжении всего исследуемого периода характерны для г. Душанбе. В 2018 году объём ВРП на душу населения составлял 16313,80 сомони, а к 2024 году увеличился до 24659,33 сомони. Столица значительно опережает остальные регионы страны, причём разрыв сохраняется на протяжении всех лет. Такое положение объясняется высокой концентрацией финансовых ресурсов, государственных учреждений, предприятий сферы услуг, торговли и строительства. Кроме того, в Душанбе сосредоточена основная часть инвестиций, инфраструктуры и деловой активности, что обеспечивает более высокий уровень экономического развития.

Второе место по уровню ВРП на душу населения занимает Согдийская область. За рассматриваемый период показатель вырос с 6900,32 сомони в 2018 году до 14306,09 сомони в 2024 году. Рост более чем в два раза свидетельствует об активном экономическом развитии региона. Существенное влияние на это оказывает наличие промышленного потенциала, развитие торговли, предпринимательства и приграничных экономических связей. Согдийская область демонстрирует одни из наиболее высоких темпов роста среди регионов страны.

Положительная динамика наблюдается и в Хатлонской области. В 2018 году показатель составлял 5223,98 сомони, а в 2024 году достиг 11229,93 сомони. Несмотря на значительный рост, регион продолжает уступать Согдийской области и особенно г. Душанбе. Это связано с тем, что в структуре экономики Хатлонской области преобладает сельское хозяйство, характеризующееся сравнительно более низкой производительностью и меньшей добавленной стоимостью по сравнению с промышленностью и сферой услуг.



Рисунок 2 – Региональная дифференциация ВРП на душу населения в Республике Таджикистан (2018-2024 гг.)

Источник [9]: Регионы Таджикистана //Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2025г.-стр.16.

В районах республиканского подчинения, также отмечается стабильное увеличение показателя ВРП на душу населения — с 5223,35 сомони в 2018 году до 12053,16 сомони в 2024 году. Рост обусловлен развитием строительства, расширением инфраструктуры и постепенным повышением экономической активности. Однако уровень показателя остаётся ниже, чем в столице, что связано с менее развитой производственной и инвестиционной базой.

Наиболее низкие значения ВРП на душу населения характерны для Горно-Бадахшанской автономной области. В 2018 году показатель составлял 4564,13 сомони, а к 2024 году увеличился до 10655,45 сомони. Несмотря на положительную динамику,

регион существенно отстаёт от остальных территорий страны. Основными причинами являются сложные природно-географические условия, ограниченная транспортная доступность, слабое развитие промышленности и инфраструктуры, а также низкая плотность населения.

В целом, анализ диаграммы показывает, что во всех регионах Республики Таджикистан в 2018–2024 гг. наблюдался рост ВРП на душу населения, однако развитие происходило неравномерно. Основными причинами различий между регионами являются неодинаковый уровень промышленного развития, концентрация инвестиций, состояние инфраструктуры, степень урбанизации, развитие предпринимательства и сферы услуг, а также природно-географические особенности отдельных территорий. Наиболее благоприятные условия для экономического роста сложились в г. Душанбе и Согдийской области, тогда как ГБАО остаётся наиболее экономически уязвимым регионом страны.

Для горных и предгорных районов, где в настоящее время наблюдается недостаточный уровень системного учёта потребностей местного населения, государственная поддержка региональных проблем экономического, социального, этнокультурного и экологического характера традиционно имела стратегическое значение. Реализация специализированных государственных программ развития горных территорий призвана обеспечивать выравнивание условий жизни населения высокогорных районов и жителей более благоприятных равнинных зон, способствуя снижению территориальной асимметрии и укреплению социальной устойчивости [8].

В условиях Республики Таджикистан сохраняются следующие ограничения функционирования механизма: зависимость отдельных регионов от межбюджетных трансфертов, недостаточная инвестиционная активность, слабая диверсификация экономики, инфраструктурные ограничения и ограниченность финансовых ресурсов местных бюджетов. Как отмечается в исследованиях по региональной экономике, устойчивое развитие территорий невозможно без повышения их финансовой самостоятельности и институциональной устойчивости [6].

Комплексная реализация указанных мер позволит обеспечить повышение инвестиционной привлекательности регионов, укрепление их финансовой устойчивости и снижение межрегиональной дифференциации. Совершенствование организационно-экономического механизма управления должно носить системный характер и базироваться на принципах согласованности стратегических и тактических решений, прозрачности распределения ресурсов и ответственности органов управления за достигнутые результаты.

Выводы

Результаты исследования показали, что в Республике Таджикистан в 2018–2024 гг. сохранялась положительная динамика основных макроэкономических и региональных показателей. Установлено, что объём валового внутреннего продукта страны увеличился более чем в два раза, а рост валового регионального продукта сопровождался усилением роли региональной экономики в формировании национального продукта. Выявлено, что наибольший вклад в структуру ВРП вносят Согдийская и Хатлонская области, а также г. Душанбе, тогда как Горно-Бадахшанская автономная область характеризуется наиболее низкими показателями экономической активности. Анализ ВРП на душу населения подтвердил наличие устойчивой территориальной дифференциации социально-экономического развития регионов страны.

На основе проведённого анализа можно рекомендовать следующие меры для совершенствования механизма управления устойчивым развитием регионов:

- Необходимо совершенствовать систему межбюджетного регулирования путём расширения финансовой самостоятельности регионов и повышения заинтересованности местных органов власти в формировании собственной доходной базы.
- Необходимо расширение практики государственно-частного партнёрства как инструмента привлечения внебюджетных инвестиций в инфраструктурные и производственные проекты [7].
- Разработать единый механизм стратегического управления устойчивым развитием регионов с использованием системы количественных индикаторов мониторинга эффективности региональной политики.

- Активизировать меры по диверсификации экономики регионов, особенно в горных и предгорных территориях, посредством развития перерабатывающей промышленности, туризма, малого предпринимательства и сферы услуг.

- Усилить государственную поддержку инфраструктурного развития регионов, включая модернизацию транспортной, энергетической и цифровой инфраструктуры, что позволит снизить территориальную асимметрию.

- Повысить эффективность институционального механизма управления устойчивым развитием регионов путём цифровизации системы государственного управления и совершенствования координации между центральными и местными органами власти.

- Расширить научно-аналитическое сопровождение государственной региональной политики на основе регулярного мониторинга показателей устойчивого развития и оценки межрегиональной дифференциации.

- Разработать специальные программы поддержки экономически уязвимых территорий, прежде всего Горно-Бадахшанской автономной области и отдалённых горных районов, с учётом их природно-географических и социально-экономических особенностей.

Рецензент: Джалилзода Д.Р. – к.э.н., заместитель директора Института экономики и демографии НАНПТ.

Литература

1. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (Комиссия Брундтланд). – М.: Прогресс, 1989.
2. Лексин В.Н., Швецов А.Н. Государство и регионы: теория и практика государственного регулирования территориального развития. – М.: ЛКИ, 2012.
3. Статистический ежегодник Республики Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. – Душанбе, 2025.
4. Перру Ф. Экономическое пространство: теория полюсов роста. – М.: Прогресс, 2007.
5. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики. – М.: ГУ ВШЭ, 2004.
6. Татаркин А.И. Региональная экономика: теория и практика управления развитием территорий. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010.
7. Варнавский В.Г. Государственно-частное партнёрство: теория и практика. – М.: Наука, 2013.
8. Каримова М.У. Создание условий и государственная поддержка устойчивого развития горных территорий. / Международная научно-практическая интернет-конференция «Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата», Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 13-20 июля 2020. С. 232-237.
9. Регионы Таджикистана. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. – Душанбе, 2025.
10. Давлатзода, Қ. Қ. Тачрибаи хоричӣ оид ба ташаккул ва рушди кластерҳои агросаноатӣ дар минтақа / Қ. Қ. Давлатзода, Ҷ. Б. Халифзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – №. 3(55). – Р. 88-93. – EDN BCBOLL.

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

TJ	RU	EN
Каримова Мавҷуда Урунбаевна	Каримова Мавджда Урунбаевна	Karimova Mavjuda Urunbaevna
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: karimova.1972@bk.ru		
TJ	RU	EN
Раҳимов Уктам Ҷумакулович	Рахимов Уктам Джумакулович	Rahimov Uktam Jumakulovich
Ассистент	ассистент	assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: Rahimovu_86@inbox.ru		

РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Н.Р. Мукимова, Ш.Р. Орифова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье исследуются современное состояние и перспективы развития промышленности строительных материалов в Республике Таджикистан. Последовательно рассмотрены исторические этапы становления отрасли, охарактеризована роль минерально-сырьевой базы, проанализированы производственные мощности предприятий и динамика их загрузки. Отдельное место в исследовании занимают вопросы трансформации ассортимента выпускаемой продукции, технологического совершенствования производственных процессов и усиления межотраслевой интеграции. Значительное внимание уделено внешнеэкономической составляющей - структуре и объёмам экспортно-импортных операций, а также инвестиционной активности и задачам технической модернизации. Выявлена устойчивая тенденция к постепенному смещению отраслевых приоритетов: от производства сырьевых материалов к выпуску продукции с более высокой добавленной стоимостью и расширению номенклатуры изделий. Сделан вывод о том, что отрасль располагает значительным потенциалом роста, реализация которого возможна при условии комплексной модернизации производства, повышения его технологического уровня и последовательного укрепления конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешних рынках.

Ключевые слова: промышленность строительных материалов, минерально-сырьевая база, технологическое развитие, экспорт и импорт, инвестиции, модернизация производства, диверсификация продукции.

РУШДИ САНОАТИ МАВОДИ СОХТМОНИ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Н.Р. Мукимова, Ш.Р. Орифова

Дар мақола ҳолати муосир ва дурнамои рушди саноати масолеҳи сохтмон дар Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳқиқ карда мешавад. Марҳилаҳои таърихӣ ташаккули соҳа пайдарпай баррасӣ шуда, нақши заминаи маъдани ҳомашӣ таъсирҳои гардида, иқтисодии истеҳсоли корхонаҳо ва динамикаи истифодаи он таҳлил шудааст. Ҷойҳои алоҳида дар таҳқиқот ба масъалаҳои тағйирӣ номгӯи маҳсулоти истеҳсолшаванда, тақмили технологияи равандрои истеҳсолӣ ва тақвияти ҳамгироии байнисоҳавӣ дода шудааст. Таваҷҷӯҳи зиёд ба ҷузъи иқтисодии ҳориҷӣ — сохтор ва ҳаҷми амалиётҳои содироти воридотӣ, инчунин фаъолияти сармоягузорӣ ва вазифаҳои навозии техникаи баҳшида шудааст. Тамоми устувор ба суи тадриҷӣ тағйирӣ авлавиятҳои соҳавӣ ошкор карда шуд: аз истеҳсоли масолеҳи ҳомашӣ — ба истеҳсоли маҳсулот бо арзиши иловашудаи баландтар ва васеъкунии номгӯи маҳсулот. Хулоса бароварда шуд, ки соҳа дорои иқтисодии назарраси рушд мебошад, ки татбиқи он бо шартҳои навозии комплекси истеҳсолот, баланс бардоштани сатҳи технологияи он ва мустаҳкам кардани рақобатпазирӣ дар бозорҳои дохилӣ ва хориҷӣ имконпазир аст.

Калидвожаҳо: саноати масолеҳи сохтмон, заминаи маъдани ҳомашӣ, рушди технологӣ, содирот ва воридот, сармоягузорӣ, навозии истеҳсолот, гуногунсозии маҳсулот.

DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

N.R. Mukimova, Sh.R. Orifova

The article examines the current state and development prospects of the building materials industry in the Republic of Tajikistan. The historical stages of the industry's formation are consistently reviewed, the role of the mineral and raw material base is characterized, and the production capacities of enterprises along with their utilization dynamics are analyzed. Particular attention is given to the transformation of the product range, the technological improvement of production processes, and the strengthening of cross-sectoral integration. Considerable focus is placed on foreign economic activity — including the structure and volumes of export and import operations — as well as on investment dynamics and technical modernization objectives. A stable trend has been identified toward a gradual shift in industry priorities: from the production of raw materials toward the output of higher value-added products and the expansion of the product portfolio. It is concluded that the industry possesses significant growth potential, the realization of which requires comprehensive production modernization, an elevation of its technological level, and the consistent strengthening of competitiveness in both domestic and foreign markets.

Keywords: building materials industry, mineral and raw material base, technological development, export and import, investment, production modernization, product diversification.

Введение

Промышленность строительных материалов занимает одно из ключевых мест в экономике Республики Таджикистан, обеспечивая материальную базу для функционирования строительного комплекса и развития реального сектора в целом. Корни этой отрасли уходят в глубокую древность: на протяжении веков производство кирпича, строительного камня, извести, керамики, стекла и сопутствующих изделий существовало преимущественно в форме кустарного промысла. Его становлению благоприятствовали богатая минерально-сырьевая база страны, подходящие природно-климатические условия и устойчивые ремесленные традиции местных мастеров.

Переход к индустриальной модели производства начался во второй половине XX века, когда в стране стала формироваться системная промышленная структура по выпуску цемента, железобетонных конструкций, нерудных материалов и иной строительной продукции. В дальнейшем отрасль развивалась с опорой как на накопленный национальный опыт, так и на зарубежные достижения, что позволило

расширить ассортимент выпускаемой продукции, рационально разместить производственные мощности и привести объёмы выпуска в соответствие с потребностями строительства.

Актуальность изучения данной отрасли определяется её возрастающей ролью в условиях модернизации экономики и наращивания темпов жилищного строительства. Реализация масштабных инфраструктурных проектов, рост объёмов индивидуального и многоквартирного строительства, а также необходимость повышения инвестиционной привлекательности страны предъявляют всё более высокие требования к устойчивости, эффективности и конкурентоспособности производителей строительных материалов. Отрасль перестаёт быть лишь обеспечивающим звеном и приобретает системообразующий характер, оказывая непосредственное влияние на занятость населения, инвестиционную активность и формирование валового внутреннего продукта. По мнению М.Ф. Ахмедова [1], развитие промышленности строительных материалов в Таджикистане представляет собой объективную необходимость для ускорения социально-экономического прогресса и последовательного продвижения индустриализации; при этом успех отрасли во многом определяется масштабным внедрением инноваций и активным освоением как отечественного, так и мирового опыта, что в совокупности создаёт предпосылки для реализации политики импортозамещения и экспортной ориентации производства.

Материалы и методы исследования

В процессе исследования применялся комплекс научных методов, обеспечивших разностороннюю оценку состояния и динамики развития промышленности строительных материалов. Аналитическую основу составили сравнительный и структурный методы, с помощью которых выявлялись тенденции изменения производственных объёмов и отраслевой структуры. Системный подход позволил рассматривать промышленность строительных материалов не изолированно, а как органичную составляющую строительного комплекса и национальной экономики в целом. Наряду с этим использовался метод статистического анализа, обеспечивший количественное измерение отраслевого развития и выявление закономерностей его функционирования. Информационную базу исследования составили официальные данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, а также материалы научных публикаций по проблематике промышленного и строительного развития.

Исследование и полученные результаты

Современный этап развития промышленности строительных материалов в Республике Таджикистан отмечен активным формированием новых субъектов рыночных отношений. Коммерциализация экономических связей в инвестиционной сфере дала толчок появлению негосударственных строительных компаний, действующих на принципах полной хозяйственной самостоятельности. Если в 1980-е годы движущей силой отраслевого роста служили коллективные строительные организации, то сегодня центр тяжести всё отчётливее смещается в сторону частного предпринимательства и привлечения иностранного капитала, открывающего возможности для масштабного освоения природно-ресурсного потенциала страны.

Одним из весомых конкурентных преимуществ таджикской промышленности строительных материалов остаётся богатая минерально-сырьевая база. Республика располагает разнообразными и широко распространёнными по всей территории ресурсами: известняками, строительным и пильным камнем, песчано-гравийными смесями, кирпичным сырьём, гипсом, керамзитом, известью и цементом [9]. По имеющимся данным, на территории страны разведано около 140 месторождений строительных материалов, из которых в промышленную разработку вовлечено порядка 40. Большинство эксплуатируемых объектов располагают запасами на 20–50 и более лет, что формирует надёжную сырьевую основу для стабильной работы отрасли. Наличие в различных регионах страны залежей облицовочного, пильного и бутового камня позволяет диверсифицировать производственный ассортимент с учётом местных потребностей строительного рынка, повышая тем самым устойчивость отрасли и расширяя горизонты её дальнейшего развития.

Происходящие изменения в ассортименте строительных материалов носят качественный характер и охватывают три взаимосвязанных направления.

Первое - технологическое совершенствование, выражающееся в расширении производства лёгких и высокопрочных материалов. Наряду с традиционными металлическими и органическими изделиями активно развиваются современные керамические и композитные материалы с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Второе - функциональная трансформация: строительные материалы постепенно переходят от выполнения преимущественно защитных функций к обеспечению более сложных эксплуатационных свойств - шумоизоляции, регулирования светового режима и повышения энергоэффективности зданий.

Третье - межотраслевая интеграция, проявляющаяся в расширении сфер применения отраслевой продукции. Строительные материалы всё активнее используются не только в строительстве как таковом, но и в транспортно-коммуникационном комплексе, оборонной промышленности, а также в высокотехнологичных производствах, включая выпуск металлокерамических и неорганических изделий.

Основные производственные мощности отрасли сосредоточены на ряде ключевых предприятий, структура которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Основной ассортимент продукции и ключевые предприятия строительной промышленности Республики Таджикистан

Наименование продукции	Основные предприятия-изготовители
1. Цемент и известь	ОАО «Душанбинский ЦКМ», ОАО «Исфаринский КСМ», ОАО «Известковый завод»
2. Строительный кирпич	ОАО «Душанбинский КСМ», ОАО «Сухроб», ОАО «Исфаринский КСМ», ОАО «Пролетарский ГОК», ОАО «Пенджикентский КЗ», ОАО «Кулябский КЗ»
3. Асбестоцементные изделия (шифер)	ОАО «Асбестцемент»
4. Гипс и гипсовые изделия	ОАО «Исфаринский КСМ»
5. Нерудные материалы (щебень, гравий)	ОАО «Пролетарский ГОК», ОАО «Ленинабадпромстройматериалы», ОАО «Гравийно- сортировочный завод», ОАО «Нерудные материалы»
6. Керамзит и пористые заполнители	ОАО «Керамзитовый завод»
7. Асботрубы и цемблоки	ОАО «Асботрубный завод»
8. Нестандартное оборудование и запчасти	ОАО «Строммаш»

Источник: составлено авторами на основе отраслевых данных Министерства промышленности и новых технологий РТ

Реальная эффективность отрасли и степень реализации её производственного потенциала находят своё отражение в показателе загрузки производственных мощностей. Он характеризует интенсивность работы предприятий, их способность приспосабливаться к меняющимся условиям рынка и указывает на незадействованные резервы роста. В этой связи оценка развития промышленности строительных материалов в Республике Таджикистан через призму степени использования производственного потенциала представляется наиболее показательной: именно этот индикатор даёт объективное представление о состоянии и устойчивости отрасли.

В период экономической трансформации и заметного оживления строительной активности данный показатель приобретает особую аналитическую ценность. Он позволяет не только оценить имеющийся задел для дальнейшего развития, но и выявить структурные диспропорции внутри отрасли (таблица 2).

Данные таблицы 2 дают возможность проследить, как менялась загрузка производственных мощностей в отрасли строительных материалов на протяжении длительного исторического периода, и выявить ряд устойчивых закономерностей.

Таблица 2 – Использование производственных мощностей в промышленности строительных материалов (в %)

Показатель	1991	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Цемент	96,0	20,1	44,0	24,8	18,0	72,7	79,6	85,6	86,5	71,8
Сборные железобетонные конструкции и изделия	48,4	2,4	3,9	6,2	29,9	3,1	2,7	6,4	13,9	45,0
Стеновые материалы	48,2	11,3	46,8	35,7	57,3	49,3	48,5	61,8	60,1	70,7

Источник: составлено авторами на основе [6, 7]

Прежде всего бросается в глаза резкое падение уровня загрузки в цементной промышленности после 1991 года. Если в начале рассматриваемого периода этот показатель достигал 96,0%, то к 2000 году он обвалился до 20,1% - наглядное отражение последствий структурной перестройки экономики, распада хозяйственных связей и общего промышленного спада. В последующие годы динамика оставалась неровной, однако общая траектория указывала на постепенное восстановление: к 2020 году загрузка мощностей поднялась до 72,7%, а к 2023 году - до 86,5%, что говорит о существенном оживлении строительной отрасли и росте потребления цемента. Вместе с тем снижение показателя до 71,8% в 2024 году может свидетельствовать о частичном насыщении рынка либо о корректировке производственной и экспортной политики предприятий.

Схожая, но ещё более выраженная картина наблюдается в производстве сборных железобетонных конструкций. После относительно умеренного уровня 1991 года (48,4%) последовал глубокий обвал - до 2,4% в 2000 году, фактически означавший деградацию данного сегмента в переходный период. На протяжении долгого времени загрузка мощностей держалась на крайне низком уровне, не превышая 10%, что отражало слабое развитие индустриального домостроения. Тем не менее, начиная с 2022 года, наметилось заметное оживление, и в 2024 году показатель достиг 45,0%. Подобный перелом, по всей видимости, связан с реализацией крупных инфраструктурных проектов и постепенным переходом строительной отрасли к более индустриальным технологиям.

В сегменте стеновых материалов падение было резким - с 48,2% в 1991 году загрузка мощностей сократилась до 11,3% к 2000 году. Однако затем ситуация стабилизировалась. Начиная с 2010-х годов, показатель устойчиво растёт и к 2024 году достиг 70,7%. Такая динамика объясняется прежде всего активным жилищным строительством и расширением частного сектора.

В целом отрасль прошла три характерных этапа. Сначала — резкий спад 90-х годов. Затем — затяжной период стагнации в начале 2000-х. После — постепенное восстановление с нарастающей загрузкой предприятий. Сегодня производственная база заметно укрепилась, хотя между отдельными сегментами сохраняется заметный разрыв. Это означает, что внутренние резервы ещё не исчерпаны, а задача технологического обновления остаётся актуальной.

Показатели загрузки мощностей дают полезную, но неполную картину. Они позволяют судить о том, насколько активно работают предприятия и какой запас роста у них есть. Для более объективной оценки, по нашему мнению, необходимо также обратиться к данным о фактических объёмах выпуска и уровне производственных затрат. Эти показатели раскрывают реальный масштаб производства, его структуру и технологический уровень. Кроме того, они позволяют разграничить продукцию базового и более сложного технологического уровня (таблица 3).

Как мы видим по таблице 3, структура отрасли носит выраженный сырьевой характер. Основные объёмы производства сосредоточены в трёх сегментах: цемент, бетон и кирпич. На их долю приходится и значительная часть совокупной стоимости выпуска. Это говорит о том, что отрасль пока ориентирована преимущественно на базовые материалы, которые востребованы, прежде всего, внутри страны и обслуживают текущие потребности строительного сектора.

Одновременно прослеживается существенная дифференциация себестоимости по отдельным видам продукции. Первичные и менее технологически сложные материалы, в частности, щебень и клинкер, отличаются сравнительно невысокими производственными

затратами, что объясняется широкой доступностью сырьевой базы и относительной простотой технологических процессов. Напротив, продукция с более высокой степенью переработки - строительные краски и ряд отделочных материалов - требует значительно больших затрат на единицу выпуска.

Таблица 3 – Основные показатели производства и себестоимости строительных материалов в 2024 г.

Наименование продукции	Объем производства	Стоимость (тыс. сомони)	Себестоимость единицы продукции (сомони)
Цемент	4350,7 тыс. т	1 947 176,0	447,5
Клинкер	1310,1 тыс. т	73 764,3	56,3
Щебень	1943,3 тыс. т	92 630,6	47,7
Известь строительная	120 450,9 т	79 859,2	663
Кирпич строительный	221 678,4 тыс. шт	126 025,8	569
Цементные блоки	85 727,7 тыс. шт	216 227,0	2,5
Бетон строительный	533 907,4 м³	265 262,9	497
Газоблоки	72 971,2 м³	33 007,6	452
Строительные краски	2 979,0 т	30 547,1	10 254
Гипсокартон	2 479 990,4 шт	55 221,7	22

Источник: составлено на основании данных Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан.

Складывающаяся структура указывает на технологическую неоднородность отрасли. С одной стороны, Таджикистан располагает устойчивой и хорошо освоенной базой для производства массовых строительных материалов. С другой — сегменты глубокой переработки остаются недостаточно развитыми и в значительной мере зависят от импортных компонентов, технологий и оборудования.

Изложенное позволяет заключить, что дальнейшее развитие отрасли определяется не только задачей наращивания производственных объёмов, но и необходимостью повышения уровня технологической переработки сырья. Именно это направление способно обеспечить прирост добавленной стоимости продукции и укрепить конкурентные позиции национальной строительной промышленности.

Для комплексной оценки состояния и динамики отрасли обратимся к показателям производства за 2023–2024 годы. Таблица 4 отражает объёмы выпуска по отдельным видам продукции и их изменение относительно предыдущего года, что даёт возможность выявить тенденции структурного развития отрасли.

Таблица 4 – Динамика производства строительных материалов (2023–2024 гг.)

Наименование продукции	2024 (тыс. сомони)	2023 (тыс. сомони)	%	+/-
Цемент	1 947 176,0	1 995 057,0	97,6	-47 881
Клинкер	73 764,3	86 476,3	85,3	-12 712
Щебень	92 630,6	80 269,2	115,4	+12 361,4
Известь	79 859,2	50 833,4	157,1	+29 025,8
Кирпич	126 025,8	115 302,7	109,3	+10 723,1
Бетон	265 262,9	234 538,4	113,1	+30 724,5
Газоблоки	33 007,6	23 001,8	143,5	+10 005,8
Краски	30 547,1	17 046,4	179,2	+13 500,7
Гипсокартон	55 221,7	19 074,9	289,5	+36 146,8

Источник: составлено на основании данных Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан.

В целом данные таблицы 4 рисуют позитивную картину отраслевого развития. Рост производства охватывает большинство товарных позиций, причём наиболее высокие темпы прироста демонстрируют современные и технологически более сложные материалы - гипсокартон, строительные краски и газоблоки.

Вместе с тем снижение выпуска цемента и клинкера заслуживает отдельного внимания: оно может указывать либо на достижение определённой степени насыщения рынка, либо на сдвиги в структуре потребительского спроса. В более широком контексте прослеживаемые тенденции свидетельствуют о постепенной структурной перестройке

отрасли - постепенном смещении акцента с традиционных базовых материалов в сторону продукции с более высокой степенью технологической обработки и добавленной стоимостью.

Стоимостные показатели производства подтверждают общую положительную динамику отрасли. Однако для более глубокого понимания происходящих изменений необходимо обратиться к натуральным объемам выпуска: именно они позволяют оценить не только финансовый рост, но и реальные сдвиги в производственной структуре отрасли строительных материалов (таблица 5).

Натуральные показатели подтверждают общую тенденцию к росту производства строительных материалов. Наиболее высокие темпы прироста фиксируются по современным материалам, применяемым на этапах внутренней отделки и возведения зданий по актуальным технологиям, - гипсокартону, газоблокам и бетону. Сокращение выпуска цемента, в свою очередь, может отражать как определённую насыщенность рынка, так и структурные изменения в характере спроса. В совокупности наблюдаемые сдвиги указывают на постепенное смещение отраслевых приоритетов от традиционных массовых материалов к более технологичной и востребованной рынком продукции.

Таблица 5 – Динамика производства в натуральном выражении (2023–2024 гг.)

Наименование	2024	2023	Изменение
Цемент (тыс.т)	4350,7	4455,6	-104,9
Щебень (тыс.м3)	1943,3	1683,9	+259,4
Газоблоки (м3)	72 971,2	50 846,7	+22 124,5
Бетон (м3)	533 907,4	471 979,8	+61 927,6
Кирпич (тыс.шт)	221 678,4	202 829,2	+18 849,2
Гипсокартон (шт)	2 479 990,4	856 532,0	+1 623 458

Источник: составлено на основании данных Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан.

Анализ внешнеэкономической деятельности отрасли строительных материалов за 2024 год, проведённый на основе данных Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, выявляет ряд существенных особенностей, характеризующих её текущее положение и структурные проблемы. Совокупный объём экспорта составил 29,78 млн долларов США, что на 8,07 млн меньше показателя 2023 года. Основная причина снижения - сокращение поставок портландцемента, традиционно занимающего ведущее место в экспортной корзине. Объём вывоза цемента уменьшился с 940,9 тыс. тонн в 2023 году до 655,9 тыс. тонн в 2024 году. При этом поставки в Узбекистан сократились почти вдвое, тогда как экспорт в Афганистан заметно вырос, что свидетельствует о перераспределении рынков сбыта и нарастающей географической концентрации экспортных потоков.

На этом фоне позитивным сигналом служит увеличение экспорта извести на 300,8 тыс. долларов США, демонстрирующее потенциал для диверсификации экспортной структуры и снижения зависимости от единственного ключевого продукта. Импорт строительных материалов составил 97,26 млн долларов, почти в три раза больше экспорта, что формирует отрицательное торговое сальдо в 67,48 млн долларов. В структуре ввоза доминируют отделочные материалы, стекло и гипсовые изделия, т.е. свидетельствует о недостаточном развитии перерабатывающих мощностей внутри страны. Показательна ситуация с гипсокартоном - импорт достиг 9,4 млн долларов, тогда как собственное производство пока не покрывает внутренний спрос.

Серьёзной проблемой остаётся узкая география цементного экспорта. В 2024 году основной объём поставок пришёлся на Афганистан - 393,5 тыс. тонн, тогда как экспорт в Узбекистан снизился до 259,2 тыс. тонн. Такая зависимость от ограниченного числа рынков несёт риски: изменение спроса или торговой политики со стороны партнёров может напрямую влиять на развитие отрасли.

Общая картина внешнеэкономической деятельности строительного сектора остаётся неоднозначной. Производство развивается, рынки сбыта постепенно расширяются, однако экспорт сосредоточен на нескольких видах продукции, а зависимость от импорта сохраняется. Для изменения ситуации необходимо

целенаправленно развивать отечественное производство и диверсифицировать экспортную номенклатуру.

По мнению Олимовой Д.А. и Фаррухи Р. [5], промышленность строительных материалов неразрывно связана с природно-ресурсной базой страны и вносит весомый вклад в устойчивое развитие национальной экономики. Вовлечение в оборот части разведанных месторождений позволяет сократить зависимость от импортного сырья и готовых строительных материалов. Комплексный анализ движущих сил отраслевого развития, а именно экономических условий, природно-ресурсной базы, экологических ограничений, уровня образования и кадрового обеспечения, государственной политики, технологических инноваций и инфраструктуры, создаёт основу для выявления ключевых тенденций и выработки стратегий, способных обеспечить долгосрочный рост отрасли и её вклад в экономику страны.

Развитие промышленности строительных материалов неотделимо от масштабных капитальных вложений. Динамика инвестиций и ввода основных фондов за последние годы свидетельствует о завершении крупного инвестиционного цикла в 2024 году и формировании задела для дальнейшего расширения производственных мощностей.

По данным за 2019–2024 годы, инвестиции в основной капитал выросли с 12,52 млрд до 23,04 млрд сомони, а ввод основных фондов увеличился почти вдвое — с 6,86 млрд до 12,59 млрд сомони. Столь значительный прирост вводимых фондов открыл возможности для расширения производственных мощностей, в том числе в цементной промышленности, что создаёт предпосылки как для удовлетворения внутреннего спроса, так и для наращивания экспортных поставок. Объёмы ввода жилья демонстрируют стабилизацию строительной активности на уровне 1,80 млн м² общей площади; при этом доля индивидуальных застройщиков составляет около 57%, что подчёркивает значимость частного сектора в реализации жилищной политики страны (таблица 6).

Таблица 6 – Инвестиции и ввод основных фондов в строительной отрасли (2019–2024 гг., тыс. сомони)

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Инвестиции в основной капитал	12517755	11775554	15124915	16655197	20699840	23042302
Ввод основных фондов	7033310	7266789	5561331	5803375	6860516	12592377
Ввод жилых домов, тыс. м ² общей площади	1 456,1	1 463,4	1 545,6	1 739,5	1 823,0	1 796,7
Ввод жилых домов индивидуальными застройщиками	1 133,5	1 040,3	869,1	1 098,1	1 796,5	1 027,4

Источник: составлено на основании [8].

Рост инвестиций и расширение основных фондов создают благоприятную почву для дальнейшей технологической модернизации отрасли и наращивания объёмов производства. Вместе с тем перед отраслью по-прежнему стоят задачи повышения эффективности использования производственных мощностей, расширения номенклатуры выпускаемой продукции и выстраивания действенных механизмов стимулирования экспорта - без этого отдача от новых капиталовложений останется ниже возможного уровня.

Заключение

Промышленность строительных материалов Таджикистана переживает заметный подъём: растут инвестиции, расширяются производственные мощности, увеличиваются объёмы строительства. Вместе с тем отрасль сохраняет сырьевую направленность - основу производства по-прежнему составляют цемент, кирпич и бетон, а зависимость от импорта отделочных и высокотехнологичных материалов остаётся существенной. Определённые структурные сдвиги всё же происходят. В последние годы заметно вырос выпуск продукции с более высокой добавленной стоимостью — строительных красок, гипсокартона, газоблоков, что говорит о постепенном технологическом обновлении отрасли и её адаптации к запросам внутреннего рынка и частного строительства. Тем не менее ряд проблем по-прежнему не решён. Экспорт остаётся географически ограниченным, производственные мощности загружены неравномерно, а зависимость от

импортного оборудования и комплектующих сохраняется. Преодоление этих барьеров является необходимым условием для перехода отрасли на качественно новый уровень развития.

Отдельного рассмотрения заслуживает инвестиционная активность в отрасли. Существенный рост вложений в основной капитал и ввод новых фондов в 2019–2024 гг. создали реальную базу для расширения производства. Вместе с тем в ряде сегментов мощности задействованы не в полной мере, что говорит о наличии резервов для повышения эффективности. Объединение предприятий вокруг крупных производителей в единые цепочки может сократить издержки и усилить позиции отечественной продукции на рынках.

По нашему мнению, можно выделить несколько приоритетных направлений развития отрасли:

- согласование темпов роста строительства и производства материалов. Жилищный сектор напрямую влияет на спрос, поэтому его стимулирование закономерно тянет за собой рост отрасли;

- переход к продукции с высокой добавленной стоимостью. Расширение выпуска сухих смесей, отделочных и комплексных изделий снизит сырьевую зависимость и повысит рентабельность;

- расширение географии экспорта. Концентрация поставок на двух-трёх рынках создаёт риски. Освоение новых направлений повысит устойчивость отрасли;

- развитие кластеров и поддержка малого бизнеса. Производственные кластеры вокруг крупных заводов позволят снизить логистические затраты и улучшить общую эффективность.

- технологическое обновление. Модернизация оборудования и внедрение новых технологий увеличат долю продукции с добавленной стоимостью и укрепят конкурентоспособность.

- мониторинг спроса. Регулярный анализ потребностей строительных компаний, частных застройщиков и других ключевых групп создаст основу для точного планирования.

В целом промышленность строительных материалов Таджикистана располагает реальным потенциалом роста. Его реализация требует технологической модернизации, развития новых продуктовых направлений и диверсификации рынков сбыта [2, 3, 4]. Последовательное проведение этих мер позволит не только покрыть внутренний спрос, но и сформировать устойчивый экспортный потенциал, что в конечном счёте укрепит экономику страны и повысит её инвестиционную привлекательность.

*Рецензент: Бойназарова М.Н. – к.э.н., зав. кафедрой международного менеджмента и маркетинга
Технологического университета Таджикистана.*

Литература

1. Ахмедов, М. Ф. Объективная необходимость развития промышленности строительных материалов в Таджикистане / М. Ф. Ахмедов // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – 2019. – № 9. – С. 161-166. – EDN UPSTRG.
2. Исследование вопросов инновационного развития экономики Республики Таджикистан / Я. П. Довгялло, М. Т. Каримова, Д. Т. Назаров [и др.]. – Душанбе : Институт экономики и демографии НАНТ, 2024. – 629 с. – ISBN 978-99985—9494-4. – EDN VNOLDB.
3. Концептуальные основы развития реального сектора экономики Таджикистана / Н. К. Каюмов, А. А. Мадаминов, Г. М. Тагаева [и др.]. – Душанбе : Институт экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана, 2022. – 781 с. – EDN MOEZJL.
4. Мукимова, Н. Р. Инновационное развитие промышленности Республики Таджикистан: оценка и стратегические ориентиры / Н. Р. Мукимова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – Т. 2, № 3(43). – С. 54-59. – EDN YQXEMH.
5. Олимова, Д. А. Факторы, влияющие на развитие промышленности строительных материалов в Республике Таджикистан / Д. А. Олимова, Р. Фаррухи // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – 2025. – № 3. – С. 38-42. – EDN GBKGRL.
6. Промышленность Республики Таджикистан // Статистический сборник [Текст]. – Душанбе – 2025. – 97 с.
7. Статистический ежегодник Республики Таджикистан 2025 г. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан [Текст]. – Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025. – 442 с.

8. Строительство Республики Таджикистан // Статистический сборник [Текст]. – Душанбе – 2025. – 66 с.
9. Хоналиев, Н. Ускоренная индустриализация в Республике Таджикистан: состояние и перспективы / Н. Хоналиев, Б. Б. Махкамов. – Душанбе : Институт экономики и демографии НАНТ, 2024. – 322 с. – EDN DQLNCY.
10. Мукимова, Н. Р. Анализ современного состояния отраслей промышленности Республики Таджикистан / Н. Р. Мукимова, Т. Н. Холмуродова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2024. – № 3(67). – С. 59-67. – EDN AXQETA.

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

TJ	RU	EN
Мукимова Наргис Рустамовна	Мукимова Наргис Рустамовна	Mukimova Nargis Rustamovna
д.и.и., дотсент	д.э.н., доцент	Doctor of economic science, Assistant professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: mnargis@yandex.ru		
TJ	RU	EN
Орифова Шаҳноза рузимуродовна	Орифова Шаҳноза Рузимуродовна	Orifova Shahnoza Ruzimurodovna
унвонҷӯй	соискатель	Reasecher
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: sh.orifova85@gmail.com		

УДК:338.47

DOI: 10.65599/II2522

НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ ДАР СИСТЕМАИ МУСОФИРБАРИИ АҲОЛИИ ШАҲРҲО ДАР ШАРОИТИ РУШДИ ИННОВАТСИОНӢ

Ф.М. Ҳамроев, О.М. Сайфуллоҳзода, Х.Ш. Рачабова

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола асосҳои назариявии ғайолият ва рушди бозори хизматрасониҳои нақлиётӣ, аз он ҷумла ғайолияти нақлиёти автомобилӣ мусофирбар ба аҳоли дар шароити рушди инноватсионӣ мавриди тадқиқи фаро гирифташудааст. Дар рафти тадқиқи фарқиятҳои асосӣ ва ҳоси муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ баҳо дода шуда, давраҳои таҳаввулоти бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ мусофирбарро ҷудо карда шуданд. Илова ба ин, аломатҳои системаи нақлиёти автомобилӣ дар самти мусофирбарии шаҳрӣ ва нишондиҳандаҳои асосии тавсифдиҳандаи он муайян карда шуда таърифи муаллифии ҳамлу нақли мунтазами мусофирон бо микроавтобусҳо пешниҳод карда шудааст. Дар асосии арзёбии ғайолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ ва баҳодихии таъсири омилҳои муҳити беруна ба он амсилаи ғайолияти нақлиёти мусофирбари шаҳр пешниҳод гардидааст.

Калидвожаҳо: бозори хизматрасониҳои нақлиёт, мусофирбарии шаҳрӣ, амсилаи ғайолияти нақлиёт, ҳамлу нақли автомобилӣ мусофирон, омилҳои таъсиррасон.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Ф.М. Ҳамроев, О.М. Сайфуллоева, Х.Ш. Раджабова

В статье рассматриваются теоретические основы деятельности и развития рынка транспортных услуг, в том числе деятельности пассажирских автомобильных перевозок населения в условиях инновационного развития. В ходе исследования были оценены основные и специфические различия предприятий автомобильного транспорта, а также уточнены периоды развития рынка услуг пассажирских автомобильных перевозок. Кроме того, были определены особенности системы автомобильного транспорта в направлении городских пассажирских перевозок и ее основные характеризующие показатели, а также предложено авторское определение регулярных пассажирских перевозок на микроавтобусах. На основе оценки эффективности городского пассажирского транспорта и оценки влияния внешних факторов окружающей среды на него, представлена модель деятельности городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: рынок транспортных услуг, городской пассажирский транспорт, модель транспортной активности, пассажирский автомобильный транспорт, факторы влияния.

ROAD TRANSPORT IN THE URBAN TRANSPORT SYSTEM IN THE CONTEXT OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

F.M. Hamroev, O.M. Saifulloeva, H.Sh. Rajabova

This article examines the theoretical foundations of the operation and development of the transportation services market, including passenger automobile transportation in an innovative development environment. The study assessed the key and specific differences between automobile transport companies and clarified the development periods of the passenger automobile transportation market. Furthermore, the characteristics of the automobile transportation system for urban passenger transportation and its key characteristics were identified, and the author proposed a definition of regular passenger transportation by minibus. Based on an assessment of the effectiveness of urban passenger transport and the impact of external environmental factors on it, a model of urban passenger transport operations is presented.

Keywords: transport services market, urban passenger transport, transport activity model, passenger automobile transport, influencing factors.

Муқаддима

Тадқиқи гузаронидани ислоҳоти иқтисодӣ дар шароити муносири рушди кишвар дар асоси омӯхтани хусусияти худтанзимшавӣ гувоҳи он аст, ки модели бозорӣ метавонад ғайолияти хоҷагидориро дар сатҳи нави инноватсионӣ бо истифодаи платформаи рақамӣ ба роҳ монда ва барои рушду таҳкими системаи хизматрасонии иқтисодӣ муоидат намуда, талаботи мардумро бо сифати баланд ва пуррагӣ қонеъ созад. Аз ин ҷост, ки “бозорро бояд ҳамчун як категорияи иқтисодӣ бо равиши назариявӣ таҳлил намуд, зеро он асоси мубодилаи молу хизматрасониҳоро бо арзиши воқеӣ ва рақобатпазир таъмин мекунад” [10].

Аз арзёбии раванди тадқиқи бозор бармеояд, ки шартҳои асосии ташаккул ба он нигаронида шудааст, то истехсолкунандагон “бо истифода аз таҷрибаи хеш ва омӯзиши талаботи истеъмолкунандагон молу хизматрасониҳоро истехсол намуда, ҳамзамон барои қонеъ намудани талаботи иҷтимоӣ кӯшиш намоянд” [11].

Дар баробари ин рушди муносибатҳои бозорӣ дар асоси ба назар гирифтани манфиатҳои истехсолкунандагон ва истеъмолкунандагон роҳандозӣ карда шуда, ҷиҳати истифодаи механизмҳои муосир миёни онҳо, афзоиши ҳаҷми маҳсулот ва хизматрасонӣ равандҳои фурушро низ дар бар гирифта, асоси ташаккули равандҳои иқтисодии бозориро ташкил диҳад.

Мавод ва усули тадқиқот

Аз таҳлили адабиётҳои ватаниву хориҷӣ ва натиҷаҳои илмӣ олимони соҳа, яъне маҳзанҳои илмӣ бармеояд, ки ҳоло хусусиятҳои бозор бо назардошти вазъи номукаммалӣ он тағйир ёфтаанд. Вобаста ба ин П. Самуэлсон қайд мекунад, ки “бозор сохтори бонизомест, ки тавассути он истеҳсолкунандагон ва истеъмолкунандагони мол (кор, хизмат) нарх ва миқдори мол (кор, хизмат)-ро муайян менамоянд” [9].

Ба ақидаи Файзуллоева С.Ҷ. “...аз тарафи дигар, дар бисёр адабиёт баъзе ҷанбаҳои махсус ва муҳим таъкид мешавад, ки “бозор соҳаи гардиши молу пул буда, мубодилаи натиҷаҳои меҳнаторо таъмин мекунад” [11]. Вобаста ба ин ду аломати асосии фарқкунандаро миёни бозорҳо ҷудо намуд:

1. Омӯхтани хизматрасониҳо пеш аз анҷоми онҳо мушкул буда, сифати хизмат метавонад натиҷаҳои иқтисодӣ, аз ҷумла даромадро тағйир диҳад ва ин омил ба баҳогузори таъсир мерасонад;

2. Хусусияти асосии хизматрасониҳо номуайян будани онҳо мебошад, ки ин омил гардиши хизматҳоро дар бозор мушкул месозад.

Дар шароити системаи бозорӣ, бозори мол ва бозори хизматрасонӣ ҳамчун ду ҷузъи ҷудогона муайян мешаванд, ки таносуби ҳаҷми истеҳсол ва истеъмоли онҳо, ҳамзамон шаклҳои муносибати байни онҳоро ифода мекунад. “Нишондиҳандаҳои асосӣ, ба монанди миқдори пешниҳод ва талабот, тавассути механизмҳои нархгузори ё тарофаҳо ба ҳам алоқаманд буда, дар идораи равандҳои бозорӣ нақши муассир мебозанд” [11].

Тағйироти баамалоянда дар байни субъектҳои маҷмуи нақлиётӣ, ки ба истифодаи истилоҳоти «бозори хизматрасонии нақлиётӣ», «бозори нақлиётӣ», «бозори хизматрасонии нақлиёти шаҳр» ва «бозори хизматрасонии нақлиёти деҳот» ба фарқ кардани бозорҳо дар асоси намудҳои гуногуни нақлиёт мусоидат мекунад.

Гуруҳи дигар бозори нақлиётиро ҳамчун «низоми мураккаби бисёромилӣ иқтисодии мубодила» мебинанд.

Яке аз олимони рус Персианов В.А. қайд намудааст, ки “бозори хизматрасониҳои нақлиётии автомобилӣ дар худ маҷмуи харидорони ҳақиқӣ ва эҳтимолӣ ва фурӯшандагонро доир ба мубодилаи хизматрасониҳои нақлиётии автомобилӣ таҷассум менамояд” [8].

Аз таҳлили маҳзанҳо бармеояд, ки мафҳуми бозор якчанд тафсирҳоро дар бар гирифтааст. Он метавонад ба маҷмуи ҳамаи муомилаҳои иқтисодӣ, ки дар онҳо молу хизматҳо аз як тараф ба тарафи дигар интиқол дода мешаванд, ишора кунад. Ҳамчунин, бозор чун макон ё муҳити рақобатпазир ва динамикӣ фаҳмида шуда, дар он субъектҳои фаъолияти соҳибкорӣ бо истифода аз маълумоти дар рафти омӯзиши бозор ба даст оварда ва бо тактикаю стратегияҳои мухталифи худ барои ҳарчӣ бештар ба даст овардани манфиати иқтисодӣ фаъолият доранд:

1) муҳайё намудани зерсохтори БХН барои баҳамоии интиқолдиҳандагон ва мусофирон;

2) тадбиқи механизми танзими ташкили идоракунӣ ва иқтисодӣ;

3) ташкил ва танзими раванди мубодилаи хизматрасонӣ;

4) миқдори муайяни истеҳсолкунандагон ва истеъмолкунандагони мол хизматрасониҳои гуногун ва ғ.

Гуруҳи дигари олимони бозори хизматрасонии нақлиётиро ҳамчун механизми ташаккулёфта арзёбӣ менамоянд.

Ба ақидаи муаллиф “бозори хизматрасонии нақлиётӣ шомили пешбини талабот, идоракунӣ ва таъмини он тавассути иҷрои намудҳои молу мусофирбарӣ, корҳои нақлиётӣ ирсолӣ ва техникӣ мебошад” [11].

Инчунин, дар дигар [7] кори илмӣ мувофиқи муқаррароти муаллиф зикр кардан бамаврид аст, ки “бозори минтақавӣ ҳамон ҷузъу томи маъмурию ҳудудии кишвар аст, ки дар он хусусиятҳои иқтисодию демографӣ, миллию маишӣ ва табиӣ-иқлимӣ мавҷуд буда, натиҷагирӣ кори нақлиётӣ ҳамчун субъекти муҳим зарур аст”.

Аз тарафи дигар БХН бояд ҳамчун низоми худтанзимкунанда омӯхта шуда, дар он талабот ба хизматрасониҳои нақлиётӣ бо назардошти мавқеъ ва нақши давлату истифодаи механизмҳои танзим бояд ба роҳ монда шавад.

Ҳангоми таҳлил чунин фарқиятҳои асосӣ ва хоси муассисаҳои нақлиёти автомобилро баҳо додан бамаврид аст:

“- мураккабӣ – таркиби мураккаби муассисаю корхонаҳои шакли гуногуни моликият аз унсурҳои зиёде вобаста аст, ки ҳар яке барои самаранокии муносибатҳои ҳуқуқӣ ва иқтисодӣ вобаста ба намуди моликият мусоидат менамояд;

- мухторият – принципи мухторият дар фаъолияти муассисаи нақлиёти автомобилӣ дар он зоҳир мешавад, ки роҳбарият ҳуқуқи қабули қарорҳои мустақилро дорост ва дар назди сохторҳои болоӣ ё шарикон барои оқибатҳои ин қарорҳо пурра масъул мебошад” [10];

- маҳсулнокиӣ – фаъолияти кормандони МНА дар он ифода меёбад, ки онҳо ба таъмини ниёзҳои иҷтимоии аҳоли ва рушди иқтисодиёт омода буда, барои ба даст овардани самаранокии баланд фаъолият менамоянд;

- ҷамъиятӣ – ҷанбаҳои иҷтимоии фаъолияти МНА дар асоси баҳодиҳии дорои манфиатҳои муайян ва ҳадафҳои равшан, ки омилҳои зиёде самти рушди комплекс ва рафтори умумии системаи нақлиётро ташаққул медиҳанд;

- ошкорбаёнӣ – принципи ошкорбаёнӣ дар фаъолияти муассисаи нақлиёти автомобилӣ дар ҳамкориҳои мунтазам бо муҳити берунии иҷтимоӣ ва иқтисодӣ инъикос меёбад, ки дар доираи он равандҳои ташкилотӣ бо сатҳи баланди шаффофият ва озодии иттилоот татбиқ мегардад.

- фаъолнокиӣ ва ҷандирият – муассиса ба шароити тағйирёбанда мутобиқ мегардад ва раванди нақлиётро тибқи ҳолатҳо ва талабот тағйир медиҳад.

Ҳамин тавр, БХН системаест, ки бо ёрии он танзимгарони нақлиётӣ тариф ва ҳамчунин дигар шартҳои хизматрасониҳои нақлиётро дар ҳудуди муайян дақиқ менамоянд.

Вобаста ба ин чунин давраҳои таҳаввулоти бозори хизматрасониҳои нақлиёти автомобилӣ мусофирбарро ҷудо менамоянд:

- гузаронидани таҳлили шаклҳои муносибати иқтисодӣ миёни иштирокчиёни бозор имкон медиҳад, ки механизми муошират ва ҳамкориҳои онҳо дар муҳити тиҷоратӣ равшан гардида, сатҳи таъсири омилҳои ҷудогона муайян карда шавад;

- барномасозӣ ва муттаҳид намудани равандҳои хизматрасониҳои нақлиётӣ ҷиҳати таъмини фаъолияти самаранок ва ҳамохангардида ба роҳ монда шавад;

- тақмили раванди идораи бозор барои баланд бардоштани сифати хизматрасониҳои нақлиётӣ ба аҳоли ба роҳ монда мешавад.

Ба ақидаи Олейкин А.Н. “ноустувории ҳолати бозор ва бесуботии равандҳои худташқилшавӣ ва худтанзимгарӣ”-ро фарқ намуда [6], онро бояд омӯзем. Рушди бозори хизматрасониҳои нақлиёти автомобилӣ мусофирбар (БХНАМ) барои ноил шудан ба дастовардҳои мусбӣи иқтисодӣ мусоидат менамояд. Инноватсия дар БХНАМ шартӣ асосии таъмини талаботи пешгӯишаванда мебошад. Инчунин, “дар шароити мушаххаси ҳудуди БХНАМ воситаи ташаққул ва рушди робитаҳои байнивилоятӣ, байниминтақавӣ ва байналмилалӣ аст” [4].

Вобаста ба ин, дар самти рушди инноватсионӣ арзёбии тамоюлҳо ва хусусиятҳои БХН барои муайянсозии нишондиҳандаҳои самаранокии истифодабарии иқтидорҳои мавҷуда, махсусан дар БХНАМ-и шаҳр бениҳоят муҳим мебошад.

Барои муайян намудани бозори хизматрасониҳои нақлиёти автомобилӣ мусофирбари шаҳр (БХНАМШ) гузаронидани таҳлилҳо бо мақсади ошкор намудани натиҷаҳои бадастомадаи самтҳо барои идоракунии системаи нақлиётӣ муҳим арзёбӣ мегардад. Муаллиф “таҳлил ва лоиҳакашии системаи нақлиётро чунин мебинад:

- гузаронидани таҳлили системаи нақлиёти шаҳр; созмон додани сохтори идораи муносири системаи нақлиётӣ илман асосноккардашуда” [3];

- таҳияи механизми самаранок устувор ҳангоми хизматрасонӣ.

Аз тарафи дигар зарур аст, ки вазъи иқтисодӣ ва рушд дар миқёси кишвар, вилоятҳо, шаҳрҳо ва ноҳияҳо муайян карда шавад. БХНАМ метавонад барои рушди иқтисодиёти маҳаллӣ кумак кунад ва ба рушди соҳаҳои дигар низ мусоидат намояд.

Коркарди нишондиҳандаҳои БХН-и минтақавӣ, ба монанди сегментҳои асосӣ, ҷиҳати беҳтар кардани хизматрасонии нақлиётӣ, рақобат, истифодаи инноватсияҳо ва кластерҳои нақлиётӣ равона мешавад.

Ҷорӣ намудани механизми танзими давлатӣ дар бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилии мусофирбарии шаҳр (БХНАМШ) бояд чунин шароитҳои мусоид ва мувофиқ ба рушди инноватсиониро фароҳам орад:

- барои ташаккул ва рушди инноватсионии БХНАМШ;
- муносибгардонии таркиби БХНАМШ ба талаботи мусофирон;
- механизми дурусти ташкили назорат ва танзими фаъолияти нақлиётӣ;
- таҳлили ҳамаҷониба ва доимии фаъолияти қисматҳои БХНАМШ ва имкони рушди

он;

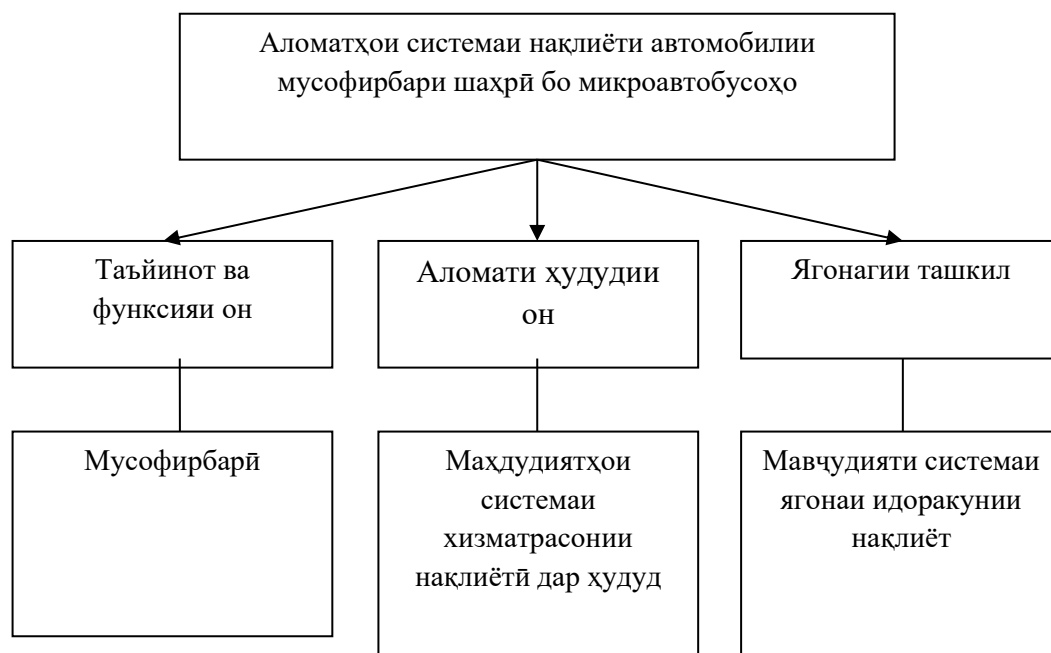
-системаи ягонаи иттилоотӣ ва коркарди маълумот дар асоси рақамикуннонии фаъолияти нақлиётӣ;

-фароҳам овардани муҳити рақобат ва дастгирии молиявии субъектҳо ва дигарҳо.

Танзими бозори хизматрасонии нақлиётӣ ба мукаммалсозии хизматрасонӣ бо сифати баланд ва истифодаи оқилонаи захираҳо ва технологияи муосири рақамӣ ба роҳ монда мешавад.

Бо назардошти ин се аломати системаи нақлиёти автомобилӣ дар самти мусофирбарии шаҳрӣ муайян карда шудааст (расми 1).

Аз таҷриба дар самти идоракунии танзими нақлиёти автомобили мусофирбар (НАМ) бармеояд, ки барои ташкили самараноки фаъолият имконият мавҷуд аст.



Расми 1 – Аломатҳои системаи нақлиёти мусофирбари шаҳрӣ

Бо мақсади ҳамаҷониба арзёбии мавқеъ ва тавсифи ҳамлу нақли шаҳрии мусофирон бо микроавтобусҳо дар расми 2 нишондиҳандаҳои асосии тавсифдиҳандаи системаи нақлиёти автомобилии мусофирбарии шаҳрӣ бо микроавтобусҳоро муайян кардем.



Расми 2 – Нишондиҳандаҳои асосии нақлиёти автомобилӣ барои мусофирбарӣ дар Тоҷикистон

Нишондиҳандаи муҳим дар системаи нақлиёти мусофирбар минтақаи он аст, ки на танҳо ба интихоби намуди нақлиёт ва шакли хизматрасонӣ, балки ба иқтисодиёт ва иҷтимоиёти минтақа таъсиргуздор аст. Минтақа барои танзими нобаробари иҷтимоӣ ва мавсимии мусофирон таъсиргуздор буда, дар он нақши калидиро мебозад.

Олими ватанӣ Сангинов О.Қ. [7] минтақаро нисбат ба системаи нақлиёти автомобилии мусофирбар ҳамчун омили беруна ҳисобидааст, ки ин тасдиқот такмилро талаб мекунад. Аз ин лиҳоз, минтақаро ҳамчун омили муҳимми ташаккулдиҳандаи села бояд ҳисобид.

Ба ақидаи муаллифи кори дигар [5] омӯхтани мушкilotи рушди ба ҳам алоқаманди хизматрасонии худудӣ, шабака ва ҷойгиронии аҳоли мақсаднок аст. Дар ин ҷо низ масъалаи мазкур пурра омӯхта нашудааст. Ҳамчунин, тадқиқи роҳҳои беҳтарин барои ташаккул ёфтани системаи худудӣ ва хоҷагидорӣ, ки нақлиёт дар маркази он диққатталаб аст.

Мувофиқи Оинномаи нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 декабри соли 2009 таҳти №696 тасдиқ (дар таҳрир аз 02.10.2010 таҳти №527, аз 31.10.2014 таҳти №702, аз 29.03.2029 таҳти №143) гардидааст, “Таксиҳои хатсайрӣ (микроавтобусҳо) – автобусҳои ғунҷошашон хурд, инчунин автомобилҳои сабукрав бо шумораи ҷои нишастӣ на зиёда аз 8 одам эътироф карда мешавад, ки барои ҳамлу нақли мусофирон ва боғоҷ дар хатсайрҳои тасдиқгардида истифода бурда мешавад” [2]. Инчунин, дар ҳуҷҷати мазкур омадааст, ки “Ҳамлу нақли автомобилии мусофирон, бори дастӣ ва боғоҷ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо автобусҳо, микроавтобусҳо ва автомобилҳои сабукрави таксӣ иҷро карда шуда, ба шаҳрӣ, наздишаҳрӣ, байнишаҳрӣ (дохиливилоятӣ, байнивилоятӣ) ва байналмилалӣ ҷудо мешаванд” [2].

Ҳамлу нақли мусофирон бо микроавтобусҳоро (таксиҳои хатсайрӣ) Оинномаи нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон чунин ба расмият дароварда аст: “Ҳамлу нақл бо таксиҳои хатсайрӣ – ҳамлу нақли мусофирон ва боғоҷи онҳо бо таксиҳои хатсайрӣ дар хатсайри муқарраршуда, ки саворкунӣ ва фаровардани мусофирон дар истгоҳҳо, инчунин бо хоҳиши онҳо дар ҳама нуқтаҳои хатсайрро, ки қоидаҳои ҳаракат дар роҳ манъ накардааст, пешбинӣ менамояд”.

Ҳамлу нақли мусофирон мунтазам ва номунтазам мешвад, ки ҳамлу нақли мунтазам дар хатсайрҳои пешакӣ тарҳрезӣ ва тасдиқгардида иҷро карда мешаванд. Дар хатсайри мунтазами шаҳрӣ автобусҳои шаҳрии дараҷаи 1, ки на кам аз ду дар дошта бошанд, ҳамчунин автобусҳои дараҷаи 2 истифода мешаванд [1] .

Воситаҳои нақлиёти автобусие, ки мувофиқи Қоидаҳои қабулнамудаи Комиссияи иқтисодии Аврупоии Созмони Миллалӣ Муттаҳид №56 (ГОСТ Р 41.36—2004 (Қоидаҳои КИА СММ № 36)) ба категорияи М2 ва М3 ва синфи А ва В ворид гардида, то 22 нафар ғунҷоиш доранд ва на зиёда аз 5 тонна вазни максималӣ доранд, метавон ба воситаҳои нақлиёти микроавтобусӣ шомил намуд. Илова ба ин, бояд қайд намуд, ки мувофиқи Қоидаҳои нақлиёти автомобилӣ оид ба ташкил ва амалӣ намудани ҳамлу нақли мусофирон ва бағоч бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз 20 апрели соли 2023, №67 “аз ҷиҳати ташкилӣ ҳамлу нақли мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ ба мунтазам ва номунтазам тақсим мешавад” [1]. Аз ин нуқтаи назар ҳамлу нақли шаҳрии мусофирон бо микроавтобусҳо (таксиҳои хатсайрӣ) ҳамлу нақли мунтазам ба ҳисоб меравад. Фарқ аз ҳамлу нақли мусофирон бо автобусҳои синфи I, II ва III, ки мусофирғунҷоیشагон аз 22 нафар боло ҳаст (ГОСТ Р 41.36—2004 (Қоидаҳои КИА СММ № 36)) мусофиркашонӣ бо микроавтобусҳо дар хатсайри пешаки муайянгардида ба анҷом расонида мешавад, вале мусофиргирӣ ва мусофирфарорӣ на танҳо дар истгоҳҳои муайян, балки бо хоҳиши мусофирон (мизочон) иҷро карда мешавад.

Вобаста ба гуфтаҳои дар боло овардашуда, бо назардошти [1,2] (Оинномаи нақлиёти автомобилӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 декабри соли 2009 таҳти №696 тасдиқ (дар таҳрир аз 02.10.2010 таҳти №527, аз 31.10.2014 таҳти №702, аз 29.03.2029 таҳти №143), Қоидаҳои нақлиёти автомобилӣ оид ба ташкил ва амалӣ намудани ҳамлу нақли мусофирон ва бағоч бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 20 апрели соли 2023, №67), инчунин дигар ҳуҷҷатҳои меъёрии байналмилалӣ танзимкунанда ҳулоса кардан мумкин аст, ки микроавтобуси (таксиҳои хатсайрӣ) мусофиркаш воситаи нақлиёт мебошад, ки барои ҳамлу нақли мусофирон ва бағочи онҳо пешбинӣ шуда, ғунҷоیشагон аз 8 то 22 нафар мусофир мебошад. Ин намуди воситаи нақлиёт дар байни автомобилҳои сабукрав ва автобусҳои калонҳаҷм мавқеи махсусро ишғол намуда, кузови навъи вагон дорад. Ба мақсадҳои гуногун, аз нақлиёти хусусӣ то нақлиёти тиҷоратӣ ва ҳамчун нақлиёти махсус низ истифода мешавад.

Натиҷаи тадқиқот

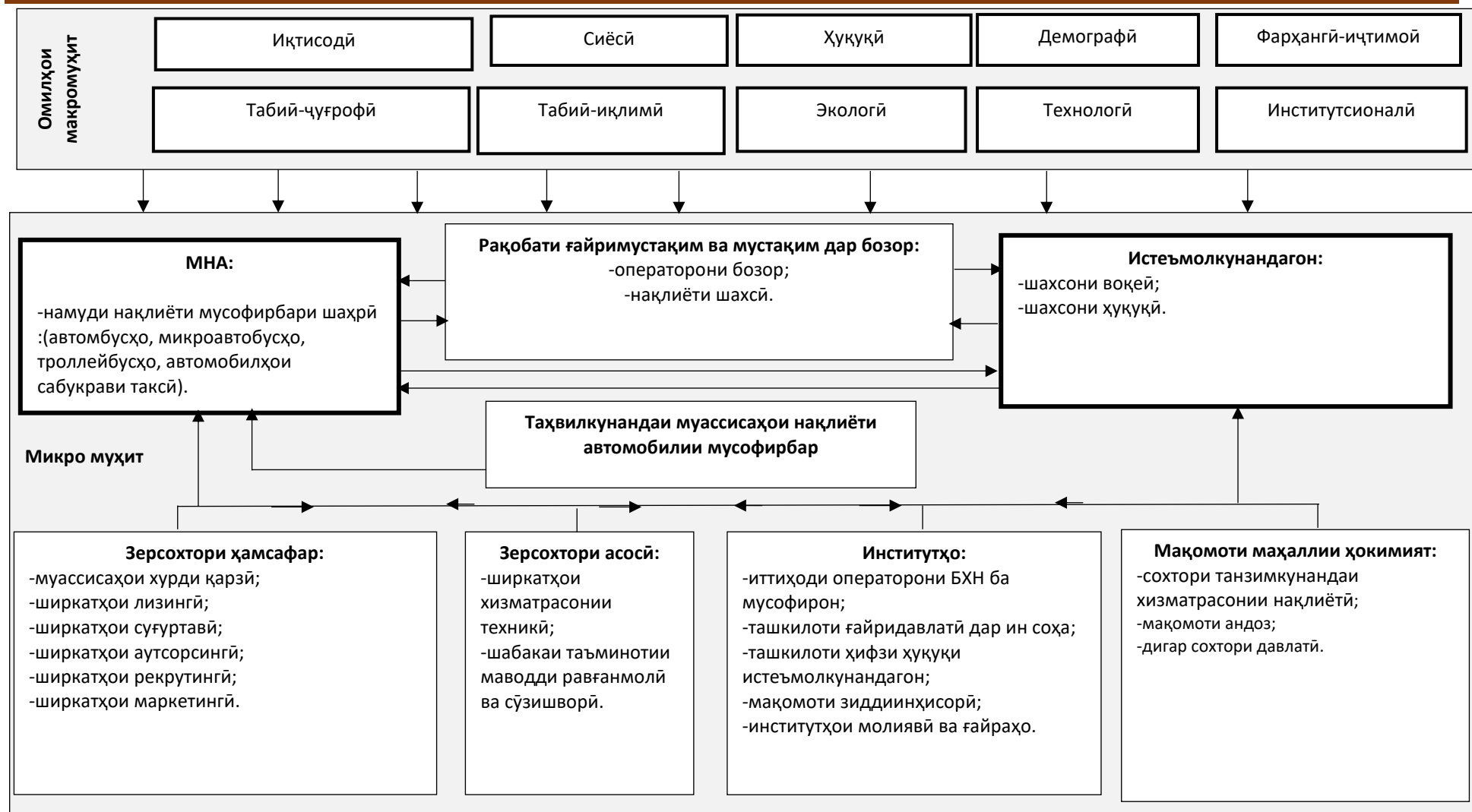
Ба ақидаи мо “ҳамлу нақли мунтазами мусофирон бо микроавтобус дар шаҳр – ҳамлу нақли мусофирон бо воситаҳои нақлиёти механикии микроавтобусӣ дар хатсайрҳои шаҳрии пешаки тарҳрезӣ ва тасдиқгардида мебошад, ки дар раванди он мусофиргирӣ ва мусофирфарорӣ дар истгоҳҳо ва маконҳои, ки қоидаҳои ҳаракат дар роҳ иҷозат медиҳанд бо дархости мусофирон анҷом дода мешавад”.

Вобаста ба қоидаи дар боло овардашуда асоснокномаи зарурияти истифодабарии микроавтобусҳо барои мусофиркашонӣ дар шаҳрҳо пеш меояд. Зарурияти истифодабарии микроавтобусҳо бо пешзаминаҳои объективӣ ва субъективӣ асоснок намудан зарур аст.

Пешзаминаи объективӣ истифодабарии микроавтобусҳо аввалан, ин аз лиҳози иқтисодӣ мақсаднок будани онҳо мебошад, зеро онҳо аз ҷиҳати истифодабарӣ ва хизматрасонӣ назар ба автобусҳо, ки андозаашон калон арзонтар мебошанд.

Дуввум, чандирии хатсайрии онҳо, яъне андозаи хурди онҳо имкон медиҳад онҳоро дар кӯчаҳои танг ва хатсайрҳои, ки истифодаи нақлиёти калонандоза номумкин аст, истифода бурд. Сеюм, ин суръати нисбатан баланди онҳо дар масофаи миёна ва кӯтоҳ вобаста ба расонидани мусофирон аз ҳисоби истифодаи ҳаракати чапғалат (манёвр) ҳангоми ба миён омадани ҳолати роҳбандӣ ва танбавшавӣ мебошад.

Ба пешзаминаҳои субъективӣ истифодабарии микроавтобусҳо дар мусофирбарии шаҳрӣ интизориҳои мусофирон ба монанди бароҳатӣ дар воситаи нақлиётӣ, имконияти зуд расидан ба нуқтаи таъйинот ва чандирӣ дар қадвали ҳаракатро метавон дохил намуд.



Расми 3 – Амсилаи фаъолияти нақлиёти мусофирбари шаҳрҳо

Эзоҳ:-таҳияи муаллиф

Илова ба ин, истифодаи микроавтобусҳо ҳангоми мусофирбарии махсус, ба монанди мусофиркашонии корпоративӣ ва сайёҳӣ хеле аз манфиат холи нест, зеро бо микроавтобусҳо қобилияти ҳамлу нақли гурӯҳи хурди одамонро мустақиман ба мавзеи таъйинотро доранд.

Дар умум ҳулоса намудан мумкин аст, ки ҳам аз ҷиҳати техникую технологӣ ва ҳам аз ҷиҳати иқтисодӣ истифодаи микроавтобусҳо ҳамчун воситаи ҳамлу нақли мусофирон дар хатсайрҳои шаҳрӣ асоси илмӣ ва амалии худро доранд ва истифодаи онҳо аз манфиат холи намебошанд.

Ҳангоми ташкили идора кардани рушди низоми хизматрасонии аҳолии шаҳр интиҳоби шаклҳои оқилонаи хизматрасонии онҳо бо нақлиёти автомобилии мусофирбар афзалиятнок ҳисобида мешавад.

Дар ин раванд диққати асосӣ бояд ба рушди шабакаи нақлиётӣ дода шавад, вале масъалаҳои марбут ба ташкили нақлиёти мусофирбар ҳанӯз пурра тадқиқ нагардидааст. Дар асосии арзёбии фаъолияти НМШ ва баҳодиҳии таъсири омилҳои муҳити беруна ба он дар расми 3 амсилаи фаъолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳр пешниҳод гардидааст..

Дар асосии амсилаи пешниҳодгардидаи фаъолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ мақсади асосӣ дар самти рушди нақлиёти мусофирбарии шаҳрҳо бояд ин таъмини бехатарии иштирокунандагони ҳаракат дар роҳ, пеш аз ҳама мусофирон ва пиёдагардон, сарфаи вақти сафар, таъмини бароҳати ронандагон ва мусофирон, ташкили ҷойҳои кори наф, тақмили фаъолияти танзимгарони хатсайри дар нақлиёти автомобилҳои шаҳр, инчунин афзоиши қобилияти рақобатпазирии МНА бошад.

Зарур аст, ки имкониятҳои иқтисодӣ ва рушди нақлиёти мусофирбар бо назардошти талабот ва тақмили ҳамкориҳои байни намудҳои гуногуни нақлиёт омӯхта шуда, диққати асосӣ ба рушди бозори хизматрасонии мусофирбар дода шавад.

Дар бозори мазкур низоми муносири муносибати байни мусофирон ва интиқолдиҳандагон бояд ба инобат гирифта шавад, ки таҳти таъсири омилҳои муҳити гуногун, яъне аз сатҳи маҳаллӣ (микро), минтақавӣ (мезо) ва умумиҷаҳонӣ (макро) қарор дорад. Ин маънои онро дорад, ки натиҷаҳои фаъолияти бозор на танҳо аз интиҳоб ва талаботи мусофирон вобаста аст, балки аз сиёсати иқтисодӣ, танзими давлатӣ ва шароити муҳити атроф низ таъсир мегирад. Аз ин рӯ, омилҳои гуногуни иҷтимоӣ, иқтисодӣ ва технологӣ метавонанд таъсири амиқ ба равандҳои таҳаввулот ва рушди бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилии мусофирбар дошта бошанд.

Ҳулоса

Муносибатҳои мутақобила дар хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ дар шаҳрҳо нишон медиҳанд, ки як қатор мушкилот ва камбудӣҳо вуҷуд доранд. Барои ҳал кардани онҳо лозим аст, ки роҳҳои наф ва манбаъҳои молиявӣ кофӣ пайдо ва истифода шаванд.

Бо вучуди ин, истифодаи пурраи манбаъҳои мавҷуда ва беҳтар кардани самаранокии онҳо дар бозори хизматрасонии нақлиётӣ аҳамияти калон дорад. Самаранокии фаъолияти МНАМШ ва баландбардории сифати хизматрасониҳои онҳоро метавон бо истифода аз тавсияҳои олимони гузаронидани тадқиқоти фаъолияти муассисаҳо ва бартарафсозии камбудӣҳои ҷойдошта бартараф намуд. Барои беҳтар кардани фаъолияти танзимгарони нақлиёти мусофирбар ва ҷалби сифати баландтарини хизматрасониҳо ба аҳоли лозим аст, ки тадқиқоти амиқ ва тавсияҳои олимони истифода шаванд. Ин тадбирҳо кумак мекунанд, ки мушкилоти мавҷударо дуруст муаррифӣ карда, роҳҳои ҳалли самаранок ва таъсирбахш пешниҳод кунем ва дар натиҷа соҳа ба рушд ва устувории дарозмуддат ноил шавад.

Муқаррир: Рачабов Р.Қ. – д.и.у., профессори Донишгоҳи тичорати Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Қоидаҳои нақлиёти автомобилӣ оид ба ташкил ва амалӣ намудани ҳамлу нақли мусофирон ва бағоч бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 20 апрели соли 2023, №67

2. Оинномаи нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон. Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 декабри соли 2009 таҳти №696 (дар таҳрир аз 02.10.2010 таҳти №527, аз 31.10.2014 таҳти №702, аз 29.03.2029 таҳти №143).
3. Акинин П.В., Арискина А.В., Кузьмин Д.С. Социально-экономическое развитие региона в условиях глобализации и современного регионогенеза [Текст] / П.В. Акинин, А.В. Арискина, Д.С. Кузьмин. – Ставрополь: Ставропольское книжноеиздательство, 2004. - 292 с.
4. Жуков Транспортный комплекс в структуре народного хозяйства. - М.: Наука, 1990.
5. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте [Текст] / В.Н. Лившиц. - М. : Транспорт, 1986. - 240 с.
6. Олейник А.Н., Институциональная экономика [Текст]: учебное пособие / А.Н. Олейник. - М. : ИНФРА-М, 2002. - 416 с.
7. Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных регионов [Текст]: монография / Под общ. ред. д.э.н., профессора О.Б. Бобоева. - Душанбе : Ирфон, 2002. – 189 с.
8. Персианов В.А. Глобализация экономики и транспорт [Текст] // Бюллетень транспортной информации. 2001. № 2.
9. Самуэльсон П.А. Экономика. В 2 т. Т. 1 [Текст] / П.А. Самуэльсон - М.: НПО «АЛГОН», ВНИИСИ, 1992. - С. 38.
10. Раджабова З.Дж. Совершенствование механизма устойчивого инновационного развития предоставления услуг предприятиями городского пассажирского автомобильного транспорта (на материалах города Душанбе) [Текст]: дисс...кандидата экономических наук: 08.00.05/Раджабова З.Дж. – Душанбе, 2022 – 184 стр.
11. Файзуллоева С.Дж. Развитие системы организации управления услугами городского пассажирского автомобильного транспорта (на материалах города Душанбе) [Текст]: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / С.Дж. Файзуллоева.- Душанбе, 2019. - 197 с.
12. Ҳамроев, Ф. М. Таҳлили ҳолати кунунӣ ва рушди ҳамлу нақли мусофирон бо микроавтобусҳо дар шаҳри Душанбе / Ф. М. Ҳамроев, О. М. Сайфуллоева // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвестиция. – 2025. – №. 1(69). – Р. 65-75. – EDN GFRNGA.

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

TJ	RU	EN
Ҳамроев Фузайлӣ Маҳмадалиевич	Хамроев Фузайли Махмадалиевич	Khamroev Fuzaili Makhmadalievich
доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор	доктор экономических наук, профессор	Doctor of Economics, 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: fuzyl@mail.ru		
TJ	RU	EN
Сайфуллоҳзода Олуфта Мирулло докторант PhD	Сайфуллохзода Олуфта Мирулло докторанти PhD	Sayfullohzoda Olufta Mirullo PhD student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика. М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Раҷабова Хубон Шораҷабовна муаллими калон	Раджабова Хубон Шораджабовна старший преподаватель	Rajabova Khubon Shorajabovna senior lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi

НАҚШИ РОҲҶОИ АВТОМОБИЛГАРДИ ҶУМҲУРИЯВӢ ДАР РУШДИ ИҚТИСОДИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ш.К. Шодиев

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи таъсири роҳҳои автомобилгарди аҳамияти ҷумҳуриявишода ба рушди иқтимоию иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст. Ҷанбаҳои назариявии таъсири инфрасохтори нақлиёт ба рушди иқтисодӣ таҳлил карда шуда, ҳолати кунунии шабакаи роҳҳои мамлакат мавриди назар қарор дода шудааст ва самтҳои калидии таъсири он ба савдо, ғайриинвестиционӣ, хоҷагии қишлоқ ва рушди минтақаҳои ошқор гардидааст. Дар асоси нишондодҳои омории ва санадҳои меъёрии зарурӣ таҷдиди минбаъдаи инфрасохтори нақлиёти роҳӣ ҳамчун омилҳои стратегии рушди устувори иқтисодиёти миллий асоснок карда шудааст.

Калидвожаҳо: *инфрасохтори нақлиётӣ, роҳҳои автомобилгарди ҷумҳуриявӣ, рушди иқтисодӣ, инвестиция, логистика, иқтисодиёти минтақаӣ.*

РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Ш.К. Шодиев

В статье исследуется влияние автомобильных дорог республиканского значения на социально-экономическое развитие Республики Таджикистан. Проанализированы теоретические аспекты воздействия транспортной инфраструктуры на экономический рост, рассмотрено текущее состояние дорожной сети страны, а также выявлены ключевые направления её влияния на развитие торговли, инвестиционной активности, сельского хозяйства и регионального развития. На основе статистических показателей и нормативно-правовых документов обоснована необходимость дальнейшей модернизации транспортно-дорожной инфраструктуры как стратегического фактора обеспечения устойчивого развития национальной экономики.

Ключевые слова: *транспортная инфраструктура, автомобильные дороги республиканского значения, экономическое развитие, инвестиции, логистика, региональная экономика.*

THE ROLE OF ROADS OF NATIONAL SIGNIFICANCE IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Sh.K. Shodiev

The article examines the role of republican highways in the socio-economic development of the Republic of Tajikistan. The theoretical foundations of the impact of transport infrastructure on economic growth are analyzed, the current state of the national road network is assessed, and key directions of its influence on trade, investment activity, agriculture, and regional integration are identified. Based on statistical data and regulatory documents, the necessity of further modernization of road infrastructure as a strategic factor of sustainable economic development is substantiated.

Keywords: *transport infrastructure, highways of national importance, economic development, investment, logistics, regional economy.*

Муқаддима

Рушди инфрасохтори нақлиётӣ яке аз омилҳои калидии рушди иқтисодӣ ва тавсеаи ғайриинвестиционӣ мамлакат ба ҳисоб меравад. Дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки бо релефи қухӣ ва набудани баромад ба баҳр тавсиф мегардад, роҳҳои автомобилгард дар таъмини тамомияти арзӣ ва ҳамгироии иқтисодии минтақаҳо нақши ҳалқунандаро мебозанд.

Роҳҳои автомобилгарди аҳамияти ҷумҳуриявишода зиёда аз 90% - и боркашонҳои дохилро таъмин менамоянд, ки аз вобастагии зиёди иқтисодиёти миллий аз сифат ва ҳолати шабакаи роҳӣ шаҳодат медиҳад. Дар робита бар ин таҳқиқот ва нақши он дар рушди иқтисодиёт мубрамияти баландро касб менамояд.

Мақсади таҳқиқот – муайян намудани таъсири роҳҳои автомобилгарди ҷумҳуриявӣ ба рушди иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва асосноккунии самтҳои баланд бардоштани самаранокии амалнамоии онҳо.

Асосҳои назариявии таъсири инфрасохтори нақлиётӣ ба рушди иқтисодӣ. Инфрасохтори нақлиёти ба сифати омилҳои калидии рушди иқтисодӣ бо таъсир расонидан ба қишлоқҳои хароҷот ҳангоми қойивазкунии маҳсулот ва хизматрасонӣ, фароҳардонии бозорҳо ва баланд бардоштани мутаҳаррикии омилҳои истеҳсолот муаррифи мегардад. Таҳқиқоти эмпирикии иқтисодчиёни рус нишон медиҳад, ки рушди шабакаи нақлиётӣ бо рушди нишондиҳандаҳои иқтисодии минтақаҳо вобастагӣ дорад, вале самарани бадастомада вобаста аз сохтори иқтисодиёти минтақаӣ ва пуррагии инфрасохтор тавсифоти гуногун дорад [1, 4].

Дар таҷрибаи Руссия натиҷаҳои таҳқиқоти эконометрикӣ аз аҳамияти инфрасохтори нақлиётӣ дар рушди индустриалии минтақаҳо шаҳодат медиҳад. Масалан, муҳаққиқон Игнатъева

Е.Д. ва Серкова А.Е нақши шабакаи роҳиро дар мувозӣ гардонидани рушди соҳаи саноат ва маҷмӯи маҳсулоти минтақавӣ бо қайд намудани рушди пешсафони инфрасохтори он нисбати дигар бахшҳои иқтисодиёт таъкид намудаанд [5].

Таҳлили дигари иқтисодчиёни рус нишон медиҳад, ки инфрасохтори нақлиётӣ яке аз муҳаррикони рушди иқтисодию иҷтимоии минтақа мебошад, вале сатҳи таъсири он метавонад аз экстерналияҳои фазогӣ ва махсусиятҳои робитаҳои байниминтақавӣ вобастагӣ дошта бошад [4].

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бахши нақлиёт динамикаи рушди усутворро нишон медиҳад, ки дар нишондодҳои омори дар самти рушди шабакаи нақлиётӣ ва афзоиши ҳамлу нақл дар солҳои охир инъикос ёфтааст. Сармоягузориҳои хориҷӣ ба сохтмону таҷдиди роҳҳои автомобилгард ва рушди долонҳои байналмилалӣ нақлиётӣ равона карда мешаванд, ки бояд ба ҳамгироии иқтисодиёти мамлакат ба занҷирҳои минтақавӣ таҳвилот ва ҷалби инвеститсияҳои хориҷӣ мусоидат намояд [2, 3].

Ҳисоботи ташкилотҳои байналмилалӣ низ ширкати Ҷумҳурии Тоҷикистонро дар ташаббусҳои нақлиётии фаросарҳадӣ, ба монанди масирҳои транскаспӣ ва навсозии инфрасохтори логистикӣ бо иштироки шарикони хориҷӣ арзёбӣ менамояд [7].

Ширкати давлатӣ ва омилҳои институтсионалӣ

Муҳаққиқони рус дар як қатор таҳқиқоти худ қайд менамоянд, ки инфрасохтори нақлиётӣ ҳамчун омил рушд аз шароитҳои институтсионалӣ ва банақшагирии стратегӣ вобастагӣ дорад. Дар баробари сармоягузориҳо ҳамзамон механизми ҳамкориҳои байниминтақавӣ ва баҳисобирии экстерналияҳои фазогӣ тақозо карда мешавад, ки ба натиҷаҳои рушди иқтисодӣ таъсир менамоянд [4].

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон рақамикунонии долонҳои нақлиётии мултимодалӣ ва таҳияи стратегияҳои нақлиётии сатҳи байналмилалӣ як қисмати сиёсати давлатӣ мебошанд, ки ба баланд бардоштани самаранокии инфрасохтор ва ҳиссаи он дар рушди иқтисодии мамлакат нигаронида шудаанд [5].

Ҳолати кунунии роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тибқи нишондодҳои расмӣ Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон дарозии умумии шабакаи роҳҳои автомобилгарди ҷумҳурӣ тақрибан 26575 километрро ташкил медиҳад. Ба ин дарозӣ кулли роҳҳои автомобилгарди ҷумҳурӣ – ҳам роҳҳои истифодаи умум ва ҳам роҳҳои идорию инфрасохторӣ шомиланд. Аз ин дарозии роҳҳо наздики 14314 км ба роҳҳои истифодаи умум мансуб мебошад, ки таҳти идораи Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон қарор доранд. Роҳҳои мазкур робитаи нақлиётии миёни шаҳру ноҳияҳо ва гузаргоҳҳои сарҳадиро таъмин намуда, асоси шабакаи нақлиётии ҷумҳуриро ташкил медиҳанд [6].

Тибқи таҳлили Созмони ҳамкориҳои иқтисодии минтақавӣ Осиёи Марказӣ (CAREC: Central Asia Regional Economic Cooperation Program) тақсимои шабакаи роҳҳои автомобилгарди ҷумҳурӣ чунин ба назар мерасад:

- роҳҳои автомобилгарди аҳамияти байналмилалӣ дошта – 3383,5 км;
- роҳҳои автомобилгарди аҳамияти ҷумҳуриявӣ дошта – 2184 км;
- роҳҳои автомобилгарди аҳамияти маҳаллӣ дошта – 8746,5 км.

Дарозии умумии роҳҳои автомобилгарди таҳти идораи Вазорати нақлиёти ҷумҳурӣ қарордошта ба 14314 км баробар аст. Дарозии боқимондаи роҳҳои автомобилгарди ҷумҳурӣ, ки 12261 километрро ташкил медиҳад, аз роҳҳои хусусӣ, саноатӣ ва фаръӣ дар ихтиёри дигар мақомот ё сохторҳои хусусӣ қарордошта иборат аст [10].

Системаи нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон бо релефи мураккаби кӯҳӣ ва мавҷуд набудани имкони баромадан ба баҳр тавсиф карда мешавад, ки истифодаи нақлиёти обиро маҳдуд намуда, вобастагиро аз роҳҳои автомобилгард зиёд мекунад. Нақлиёти автомобилӣ намуди асосии таҳвили борҳо ҳам дар дохили мамлакат ва ҳам ба бозорҳои берунӣ мебошад.

Тибқи нишондодҳои Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нақлиёти автомобилӣ ба ҳисоби миёна зиёда аз 94,0 % - и ҳамлу нақли борҳоро амалӣ намуда истодааст. Дар ҷадвали 1 таҳлили ҳаҷми боркашонӣ бо ҳамаи намудҳои нақлиёт дар давраи солҳои 2019 – 2024 оварда шудааст [11].

Чадвали 1 – Ҳаҷми боркашонӣ бо ҳамаи намудҳои нақлиёт дар давраи солҳои солҳои 2019 – 2024 (ҳазор тонна)

Солҳо	Ҳаҷми боркашонӣ			
	Нақлиёти автомобилӣ	Нақлиёти роҳи оҳан	Нақлиёти ҳавоӣ	Ҳамагӣ
2019	79594,7	5798,8	1,1	85394,6
2020	79075,8	6305,3	0,7	85381,9
2021	88900,9	5709,9	0,9	94611,8
2022	107836,3	6104,2	0,8	113941,4
2023	114124,1	6451,0	1,0	120576,1
2024	127603,8	6712,9	1,4	134408,1

Сабабҳои асосии ҳукмронии нақлиёти автомобилро дар системаи боркашонии Ҷумҳурии Тоҷикистон метавон чунин шарҳ дод:

1. Ҷузъиёти ҷуғрофии кишвар: минтақаи кӯҳсор сохтмони роҳи оҳанро душвор мекунад ва самаранокии нақлиёти обиро маҳдуд месозад.

2. Рушди шабакаи роҳҳо: тақрибан 26,6 ҳазор км роҳҳо, ки аз онҳо 14 314 км роҳҳои истифодаи умум мебошанд, дастрасии васеи нақлиётро таъмин мекунад.

3. Манфиати иқтисодӣ: нақлиёти автомобилӣ имкон медиҳад, ки борҳо зудтар ва бо хароҷоти камтар дар масофаҳои кӯтоҳ ва миёна расонда шаванд. Бартариҳои дигари нақлиёти автомобилӣ амали он аз рӯи принсипи “аз дар то дар” мебошад.

Таҳлили нишондодҳои чадвали 1 ва системаи боркашонии Ҷумҳурии Тоҷикистон нишон медиҳад, ки нақлиёти роҳи оҳан ҳиссаи ками боркашониро (тақрибан 6%) амалӣ менамояд. Нақлиёти ҳавоӣ тақрибан ба сохтори боркашонӣ таъсир намерасонад ва нақлиёти автомобилӣ дар самти логистика ва таъмини ҳамгироии иқтисодии минтақаҳои мамлакат нақши калидиро мебозад.

Чадвали 2 – Номгӯи барномаҳои амалкунандаи давлатӣ ва барномаҳои мақсадноки давлатии соҳаи нақлиёти ва инфрасохтори нақлиёт дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

Номгӯи барномаҳо	Муҳлати амал	Мақсади асосӣ / самт	Мақом/ санади ҳуқуқӣ	Сарчашмаҳои маблағгузорӣ
Барномаи мақсадноки давлатии “Рушди комплекси нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи то соли 2025” Барномаи мазкур барои солҳои 2026-2030 таъдид карда шуд.	2025	Ҳамоҳангсозии ҳамаи намудҳои нақлиёт, навкунии роҳҳои автомобилгард ва роҳи оҳан, рушди авиатсия, баланд бардоштани беҳатарӣ ва дастрасии ҳамлу накл	Бо қарори ХҚТ № 165 аз 1-уми апрели соли 2011 тасдиқ карда шудааст. Барнома фаъолоне рушд ёфта истода то соли 2025 ба банақшагирии фаъолияти соҳа таъсир мерасонад.	Бучаи давлатӣ, қарзҳои байналмилалӣ/ грантҳо ва лоиҳаҳо
Барномаи рушди нақлиёти барқӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (электромобилҳо ва электробусҳо)	2023 - 2028	Бунёди инфрасохтори нуктаҳои қувватдиҳӣ, ҳавасмандгардонии истеҳсо-лот ва истифодаи нақлиёти барқӣ, гузариши нақлиёти ҷамъиятӣ ба энергияи “сабз”	Бо қарори ХҚТ, тахти рақами 532 аз 31-уми октябри соли 2022 тасдиқ шуда, аз соли 2023 инҷониб татбиқ гардида истодааст	Бучаи давлатӣ, инвеститсияҳои хусусӣ ва донорҳои байналмилалӣ
Барномаи рушди ободонии роҳҳои деҳот	2023 - 2028	Таъмир ва таҷдиди роҳҳои автомобилгарди аҳамияи маҳаллидошта, купрукҳо, баланд бардоштани дастрасии нақлиёти маҳалҳои аҳолинишини деҳот	Таҳия гардида истода, бо дастури Роҳбари давлат татбиқ мегардад	Бучаи давлатӣ (таваассути ВНҚТ), бучаҳои маҳал-лӣ, лоиҳаҳои инвеститсионӣ ва ташкили ҳашарҳо

Манбаъ: таҳияи муаллиф дар асоси санадҳои меъёрии ҳуқуқии соҳа

Дар рушди инфрасохтори нақлиётӣ ва системаи интиқоли бор ва мусофирон тавассути нақлиёти автомобилӣ Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон низ саҳми беандоза дорад. Гувоҳи ин гуфтаҳои таваҷҷуҳ ба системаи нақлиётӣ ва инфрасохтори нақлиётӣ зоҳир намудани Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ҳангоми ироаи ҳамасолаи Паёмҳои худ ба Маҷлиси Миллӣ мебошад. Дар баробари ин маҳз бо ташаббуси Пешвои миллат таи солҳои охир як қатор барномаҳои давлатӣ ва мақсадноки рушди инфрасохтори нақлиётӣ қабул карда шуданд. Барномаи давлатӣ маҷмӯи тадбирҳо ва лоиҳаҳои мебошад, ки аз ҷониби мақомоти ҳокимияти давлатӣ барои ноил шудан ба мақсадҳои муайян дар соҳаи мушаххас амалӣ карда мешавад. Барномаи мақсадноки давлатӣ бошад намуди нисбатан маҳдуди барномаи давлатиест, ки барои ҳалли масъалаҳои мушаххас равона карда мешавад. Айни замон дар соҳаи нақлиёт ва инфрасохтори нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон барномаҳои давлатӣ ва барномаҳои муҳимтарини мақсадноки давлатӣ амал менамоянд, ки ба навкунии инфрасохтори нақлиётӣ, ҷалби инвеститсия, таъмини иқтисодии транзитии мамлакат ва дигар масъалаҳои мубрами соҳа равона карда шудаанд (ҷадвали 2).

Инфрасохтори нақлиётӣ ба сифати омили калидии рушди иқтисодӣ муаррифӣ мегардад. Дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки нақлиёти автомобилӣ ҳам дар гардиши маҳсулоти дохилӣ ва ҳам хориҷӣ ҳукмронӣ дорад, сифат ва дастрасии роҳҳои автомобилгарди ҷумҳуриявӣ ба динамикаи иқтисодиёт таъсири назаррас мерасонанд.

Ба андешаи мо таъсири роҳҳои автомобилгарди ҷумҳуриро ба иқтисодиёти миллӣ метавон дар заминаи унсурҳои зерин муайян намуд:

1.Таъсири роҳҳои автомобилгард ба савдои дохилӣ. Рушд ва таҷдиди шохроҳҳои калидӣ, ба монанди шохроҳҳо миёни пойтахт ва манотиқи саноатӣ боиси коҳиш ёфтани вақт ва арзиши боркашонӣ дар дохили мамлакат мегардад. Коҳиш ёфтани вақти интиқол дар навбати худ боиси беҳдошти дастрасӣ ба бозорҳо барои истеҳсолкунандагони маҳсулот гардида, ба фарох гардидани гардиши маҳсулот миёни минтақаҳои ангеаи хоса мебахшад. Чунин таъсир бахусус барои бахши хоҷагии қишлоқ муҳим аст, зеро таҳвили саривақтии маҳсулоти кишоварзӣ талафоти эҳтимолии онро коҳиш дода, даромади кишоварзонро афзун мекунад.

2.Таъсири роҳҳои автомобилгард ба содирот ва савдои беруна. Роҳҳои автомобилгардбаромадани ба сарҳади давлатҳои ҳамсоя ва бозорҳои байналмилалӣ таъмин менамоянд, ки имкониятҳои содиротро густариш медиҳад. Тибқи ҷамъбасти нишондодҳои соли 2025 содироти Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз 30% афзуда, новобаста аз норасоии мувозинаи савдо – нишондиҳандаи инъикоскунандаи фаъолияти савдои беруна ба нишондоди зиёда 2,25 млрд. доллари ИМА баробар гардидааст. Беҳдошти робитаҳои нақлиётӣ тавассути шохроҳҳо ба коҳишёбии хароҷоти логистикӣ ва шиддатёбии содироти ашёи хом ва маҳсулоти коркардшуда мусоидат менамояд [12].

3.Лоиҳаҳои инфрасохторӣ ва аҳамияти онҳо. Таҷдиди объектҳои калидии шабакаҳои роҳу нақлиётӣ ва ҷоринамоии системаҳои рақамии идоракунии роҳҳо эътимодияти логистика ва самаранокии истифодаи захираҳои баланд мебардоранд. Масалан, арзёбии ҳолати активҳои роҳӣ дар масофаи зиёда аз 4400 километри шабака бо истифода аз системаҳои рақамии муосир имкони муносибгардонии таъмир ва хизматрасониҳои роҳҳоро фароҳам меорад [13].

4.Самараи инвеститсионӣ ва маблағгузорӣ. Таъсис додани механизмҳои молиявӣ, ба монанди Фонди роҳ ба маблағгузорию босуботи инфрасохтори роҳӣ нигаронида шудааст. Ин ташаббусҳо талошҳои давлатро дар самти навкунии соҳаи нақлиёт ва ҷалби инвеститсия инъикос менамоянд, ки ба шарофати таъсиси ҷойҳои корӣ, рушди соҳаи сохтмон ва баланд гардидани фаъолияти соҳибкорӣ ҳамчун омили таконбахши рушди иқтисодӣ хизмат мекунад [14].

5.Маҳдудиятҳо ва хавфҳои сохторӣ. Новобаста аз самараи мусбат инфрасохтори нақлиётӣ бо як қатор мушкилоти ҷиддӣ дучор мегардад. Шароитҳои ҷуғрофӣ арзиши баланди нигоҳдории роҳҳо дар маҳали қуҳсор хароҷоти буҷавиро меафзояд. Мушкилоти дигар маҳдудияти анбӯхҳои транзитӣ мебошад, ки ба ҳиссаи Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамагӣ 1% - и ҳамлу нақли транзитии минтақа рост меояд. Маҳз бо ҳамин хотир роҳбарияти ҷумҳурий кушиш ба харҷ дода истодаанд, ки иқтисодҳои асосиро ба беҳдошти хизматрасониҳои логистикӣ ва ҳамгирӣ ба долонҳои байналмилалӣ равона созанд [15].

Дар Паёми навбатии худ Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ, Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомали Раҳмон аз ҷумла қайд намуданд "... Барои беҳтар намудани вазъи роҳу шоҳроҳҳои мошингард ва ба кишвари транзитӣ табдил додани Тоҷикистон ҳоло татбиқи 16 лоиҳаи сармоягузори давлатӣ ба маблағи умумии 11,3 миллиард сомонӣ идома дорад. Соли 2025-ум дар доираи лоиҳаҳои зикршуда ба маблағи умумии зиёда аз 5,4 миллиард сомонӣ 236 километр роҳҳои мошингард ва дигар иншооти роҳу нақлиёти мутобиқ ба талаботи байналмилалӣ бунёдгардида ба истифода дода шуданд" [16].

Дар робита бо ин Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон оиди бори нахуст дар таърихи мамлакат баҳисобирии роҳҳои автомобилгард хабар дод, ки дар натиҷаи он ба санаи 1 – уми июли соли 2025 оиди 5226,3 километр роҳҳои аҳамияти байналмилалӣ ва ҷумҳуриявиношта (94,5% аз дарозии умумӣ) маълумот ҷамъ карда шуда, минбаъд шиноснома кунонида мешаванд. Ҳамзамон барои мониторинги ҳолати роҳҳо системаи баҳисобирии ROMDAS ҷорӣ карда шуд, ки барои банақшагирии таъмир ва баланд бардоштани самаранокии идоракунии роҳҳо мусоидат менамояд [17].

Дар баробари ин аз ҷониби Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон баъди наздики 30 сол бо мақсади таъмини манбаи устувори маблағгузорӣ, беҳтар намудани ҳолати роҳҳо, рушди инфрасохтори нақлиётӣ, истифодаи самараноки маблағҳо, ҷалби сармоягузорӣ ва кумакҳои байналмилалӣ дар ҷумҳурӣ Фонди роҳ таъсис дода шуд, ки албатта барои ояндаи роҳ ва нигоҳдории он таъсири мусбат мерасонад.

Ҷадвали 3 – Қитъаҳои калидии сохташаванда ё таҷдидшавандаи инфрасохтори нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2026

Объект	Дарозӣ, км	Аҳамият
Ваҳдат – Обигарм	70	Як қисмати долони байналмилалӣ ба самти Қирғизистон ва Чин
Гулистон - Қулоб	33	Навсозии самти ҷанубии мамлакат
Хоруг - Роштқалъа	39	Беҳдошти робитаҳо миёни минтақаи Помир
Мурғоб - Қулма	67	Қитъаи калидии баландкӯҳ дар сарҳад бо Чин
Балҷувон – Сари Хосор	55	Рушди иқтидорҳои сайёҳӣ ва аграрӣ

Дар соли 2026 дар Ҷумҳурии Тоҷикистон сохтмон ва азнавсозии тақрибан 300 километр роҳҳои мошингарди байналмилалӣ ҷумҳуриявӣ ба маблағи умумии 3 миллиард сомонӣ ба нақша гирифта шудааст. Ин як қисмати лоиҳаҳои инвестиционии давлатӣ дар самти беҳдошти инфрасохтори нақлиётӣ мебошад. Миёни роҳҳои асосие, ки дар соли 2026 бояд сохта ё таҷдид карда шаванд, қитъаҳои калидии инфрасохтори нақлиёти дар ҷадвали 3 дарҷгардида қарор доранд.

Дар баробари ин роҳҳо ҳамчунин метавон роҳи автомобилгарди Хистеварз - Конибодом (Арқа) ба масофаи 10 километр, 11 километр роҳи таворавии шаҳри Қулоб ва 5 пули мошингард дар роҳи Лаби Ҷар – Сангвор низ дар соли 2026 бояд бунёд карда шаванд.

Дар баробари сохтмон ва навсозии объектҳои номбаршуда дар соли 2026 ҳамчунин бояд идома додани барнома ва лоиҳаҳои қаблан оғозгардида дар самти сохтмони шоҳроҳҳои калон (масалан, идомаи рушди шоҳроҳи Обигарм – Нуробод) долонҳои байналмилалӣ ва дигар объектҳои инфрасохторӣ ба инобат гирифта шаванд.

Новобаста аз дастоварду муваффақиятҳои бадастовардаи комплекси нақлиёти кишвар дар самти инфрасохтори нақлиётӣ то кунун як қатор мушкилоти ҷиддӣ мавҷуданд, ки барои фаъолияти босамари ин соҳаи калидии кишвар албатта бетаъсир нахоҳанд монд. Ба қатори мушкилоти мавҷудаи соҳаи инфрасохтори нақлиётӣ метавон мушкилоти зеринро шомил намуд:

1.Омилҳои ҷуғрофӣ ва иқлимӣ. Релефи куҳӣ яке аз мушкилоти асосии инфрасохтори нақлиёти ҷумҳурӣ мебошад, ки сохтмон ва нигоҳдории роҳҳо роҳи душвор мегардонад. Дар баробари ин фаромадани ярҷ, омаданисел, тарма ва обхезиҳо боиси вайроншавии сатҳи руйпӯши роҳҳо ва купрукҳо мегарданд. Ба ин категория ҳамчунин метавон арзиши баланди қорҳои сохтмони роҳ дар ноҳияҳои душворгузари манотиқи Рашт ва ВМКБ мисол овард.

2.Нокифоягии маблағгузорӣ барои нигоҳдории роҳҳо. Таваҷҷуҳи асосӣ якҷанд муддат ба сохтмони роҳҳои автомобилгарди нав зоҳир гардида, маблағгузори мунтазами роҳҳои автомобилгарди амалкунанда каме дуртар аз мавриди назар қарор гирифтанд. Аз ин сабаб руйпӯши як қисми роҳҳои автомобилгарди ҷумҳуриявӣ фарсуда гардида, таъмири ҷорӣ ва асосии системавиرو тақозо менамоянд. Маҳдудияти захираҳои бучавӣ ва вобастагӣ аз қарзу грантҳоро низ метавон ба ин катеогрия шомил сохт [3].

3.Инфрасохтори фарсудагардида. Аксарияти роҳҳои автомобилгарди дар даврони Шӯравӣ сохташуда ба таъмир ва таҷдиди ҷиддӣ ниёз доранд. Фарсудашавии баъзе купрукҳо ва иншооти обихроққунию нақбҳо хатари садаманокиро меафзояд.

4.Мушкилоти логистикӣ ва институтсионалӣ. Нокифоягии ҳамгироии долонҳои нақлиётӣ ба занҷираҳои логистикӣ байналмилалӣ, маҳдудият дар самти рақамикунонии активҳои роҳӣ (ҳарчанд системаи мониторинг таъин солҳои охир ҷорӣ гардидааст) ва мушкилоти ҳамоҳангсозии робитаҳо миёни идораҳо ва минтақаҳо шомили ин намуди мушкилот мебошанд.

5.Сарбории аз ҳад зиёди воситаҳои нақлиёт. Боркашонӣ бо зиёд кардани сарбории иҷозатшуда боиси вайроншавии роҳ ва унсурҳои таркибдихандаи он гардида, назорати нокифоя дар ин самт ба баъзе қитъаҳои роҳҳои автомобилгард таъсири худро расонидааст.

6.Вобастагӣ аз маблағгузори берунӣ. Лоиҳаҳои инвестиционӣ бузург тавассути дастгириҳои институтҳои молиявӣ байналмилалӣ дар намуди қарз ва грантҳо татбиқ мегарданд. Ҳолати мазкур сарбории қарзиро ба миён оварда, идоракунии самараноки лоиҳаҳоро тақозо менамояд [2].

7.Истифодаи нопурраи иқтидори транзитӣ. Новобаста аз мавқеи мувофиқи стратегӣ миёни Осиёи Ҷанубӣ ва Осиёи Марказӣ инфрасохтори нақлиёти мамлакат ба сатҳи долонҳои транзитии байналмилалӣ пурра мувофиқат намекунад. Дар баробари ин дар баъзе манотиқи кишвар навкунии инфрасохтори наздисарҳадӣ ва нуқтаҳои гузариш тақозо мешавад.

Барои бартарафсозии мушкилоти дар доло дарҷгардида ва ба роҳ мондани фаъолияти боз ҳам самараноки объектҳои инфрасохтори нақлиётӣ, бахусус роҳҳои автомобилгарди ҷумҳурий метавон самтҳои зерини рушдро пешниҳод намуд:

1.Гузариш аз сохтмони экстенсивӣ ба идоракунии босуботи роҳҳо. Бо назардошти фарсудашавии инфрасохтори нақлиётӣ афзалияти асосӣ бояд ба афзоиши маблағгузорӣ барои таъмири ҷорӣ ва асосии роҳҳои мавҷудбуда дода шуда, системаи хизматрасониҳои нақшавӣ ҷорӣ карда шавад ва механизми устувори маблағгузорӣ (бо назардошти амалномаи пурраи Фонди роҳ) бунёд гардад.

2.Рушди низоми идоракунии активҳои роҳӣ. Барои ҳалли мушкилоти баҳисобгирии бесамар ва мониторинги ҳолати роҳ фароҳардонии системаҳои рақамии мониторинги ҳолати роҳҳо, бақайдгирии мунтазам ва шиносномакунии шабакаи роҳӣ ва ҷоринамоии воситаҳои таҳлилӣ барои пешгӯии фарсудашавии роҳ зарур меояд.

3.Мутобиқшавӣ ба хавфҳои иқлимӣ ва табиӣ. Бо назардошти релефи куҳӣ ва офатҳои табиӣ зарурат ба сохтмони иншооти зиддитармавӣ ва ярҷфарой, навкунии системаи захбурҳо, истифодаи маводҳои сохтмони ба сарбориҳои иқлимӣ устувор ва таҳияи барномаҳои устувори иқлимии инфрасохтор пеш меояд.

4.Тақвият бахшидан ба назорати сарборӣ ба роҳ. Барои беҳдошти муҳлати истифодаи руйпӯши роҳ рушди шабакаи нуқтаҳои назорати вазни воситаҳои нақлиёт, мониторинги рақамии боркашонӣ ва тақвият бахшидани ҷавобгариҳо барои аз меъёр зиёд боркунии автомобилҳо зарур мешавад.

5.Рушди долонҳои байналмилалӣ нақлиётӣ. Барои истифодаи пурраи иқтидори транзитии мамлакат навсозии роҳҳои аҳамияти байналмилалӣ дошта, беҳдошти инфрасохтори наздисарҳадӣ, мутобиқсозии сиёсати нақлиётӣ бо кишварҳои ҳамсоя ва рушди логистикаи мултимодалий муҳим мебошад.

6.Рушди иқтидори кадрӣ ва техникӣ. Барои рушди устувори соҳа оморасозии кадрҳои муҳандисии баландхисос, ҷоринамоии технологияҳои муосири сохтмонӣ ва навкунии техника ва таҷҳизоти роҳӣ зарур меояд.

7. Бо истифода аз таҷрибаи давлатҳои пешрафта **ба роҳ мондани истифодаи роҳҳои пулакӣ**. Тавре таҷрибаи ширкати IRS дар роҳи пулакии Душанбе – Чанок нишон медиҳад, барои нигоҳдории роҳ дар ҳолати омодагӣ ин механизми самаранок мебошад.

8. **Таъсис додани озмоишгоҳҳои муосир** дар назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ барои санҷиш ва таъмини сифати зарурии маҳсулоти роҳӣ, аз қабилӣ асфалт, бетон, битум ва ғайра.

9. Харидорӣ ва дарёфти теъдоди зарурии **воситаҳои муосири техникаи сохтмон**, таъмир ва нигоҳдории роҳҳои автомобилгард.

10. **Шинонидани дарахтҳо ва буттаҳои мутобиқ** ба релефи маҳалу шохроҳҳо бо мақсади мустаҳкамкунии роҳҳо ва иншооти роҳӣ.

Хулоса

Рушди ояндаи соҳаи роҳи Ҷумҳурии Тоҷикистон бояд на танҳо ба афзудани дарозии он аз ҳисоби роҳҳои нав, балки пеш аз ҳама ба баланд бардоштани сифат, устуворӣ ва самаранокии иқтисодии инфрасохтор нигаронида шавад. Равиши комплексӣ, ки навқунӣ, рақамикунонӣ, маблағгузорию босубот ва мутобиқсозии иқлимӣ роҳро ҳамоҳанг менамоянд имкони таъмини саҳми дарозмуддати шабакаи роҳиро ба рушди иқтисодии мамлакат фароҳам меорад.

Муқарриз: Раҷабзода А.А. – номзоди илмҳои иқтисодӣ, дотсенти “Қафедраи Ғаёлияти ғумруқӣ” – и ДБССТ.

Адабиёт

1. Шодиев, Ш. К. Самтҳо ва ҷанбаҳои асосии таъсири инфрасохтори нақлиётию логистикӣ ба рушди иқтисодиёти минтақа / Ш. К. Шодиев, Ф. Н. Низомзода // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2024. – №. 1(65). – Р. 103-108. – EDN AQBNUB.

2. Шодиев, Ш. К. Анализ влияния транспортной инфраструктуры на экономические показатели развития региона / Ш. К. Шодиев, М. Т. Махмадалиев, Б. Т. Камолитдинов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – Т. 2, № 3(43). – С. 69-72.

3. Раджабов, Р. К. Проблемы моделирования развития региональной транспортной системы / Р. К. Раджабов, И. А. Амонуллоев // Вестник Таджикского технического университета. – 2015. – № 3(31). – С. 135-138.

4. Морозов Д.Е., Гамидуллаева Л. А., Влияние транспортной инфраструктуры на социально- экономическое развитие регионов: эконометрический анализ Сетевое издание «n-Economy», Санкт Петербургский политехнический университет Петра Великого 2025.

5. Игнатъева Е.Д., Серкова А.Е. Оценка влияния транспортной инфраструктуры на индустриальное развитие и экономический рост в российских регионах Креативная экономика. 2025. Т.19. №7.

6. Пиров, Ж. Т. Влияние распределения транспортных потоков на скорость сообщения на трехполосных сегментах улично-дорожных сетей / Ж. Т. Пиров, Ш. А. Бозоров, Д. Д. Мухторов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2023. – № 1(61). – С. 148-152. – EDN DXNUVP.

7. «Дороги Таджикистана: состояние, проблемы и перспективы развития». Международная научно-практическая конференция. Душанбе, 24.04. 2023 г.

8. Tajikistan: Enhancing the Competitiveness of the Trans-Caspian Transport Corridor in Central Asia, OECD, 24.11.2025.

9. Сармоягузорӣ ба баракати оянда. Соҳаи нақлиёт яке аз соҳаҳои афзалиятнок барои сармоягузорӣ номида шуд. Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон: лоиҳаҳои инвестиционӣ аз 21.10. с. 2025 (санаи мурочиат 27.03.2026).

10. Андешидани тадбирҳо оид ба таҳияи лоиҳаи Стратегияи рақамикунонии долонҳои нақлиёти мултимодалии давлатҳои узви Иттиҳод оғоз гардид. Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, ИДМ ва ташаббусҳои он, 17.03.2025. (санаи мурочиат 18.03.2026).

11. Маълумотномаи ХИМОМ: «CAREC: Tajikistan road crash data review and reporting status and recommendations» March 2025. (санаи мурочиат 27.03.2026).

12. Нақлиёт ва алоқаи Ҷумҳурии Тоҷикистон. Маҷмуаи омории Агентии давлатии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2025

13. Азия Плюс. МВФ положительно оценил развитие экономики Таджикистана. 25.12.2025 г. (санаи мурочиат 28.03.2026).

14. Азия Плюс. Таджикистан впервые провёл инвентаризацию дорожной инфраструктуры. 21.10. 2024 г. (санаи мурочиат 28.03.2026).

15. Азия Плюс. Таджикистан создаст Дорожный фонд. 28.01.2025 г. (санаи мурочиат 30.03.2026).

16. Азия Плюс. На долю Таджикистана приходится около 1% транзитных перевозок в Центральной Азии – ЕАБР, 15.10.2025 г. (санаи мурочиат 30.03.2026).

17. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ, 16.12. с. 2025 (санаи мурочиат 01.04.2026).

18. Сономаи расмии Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон: <https://www.mintrans.tj/>. (санаи мурочиат 01.04.2026).

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

TJ	RU	EN
Шодиев Шодикул Каримович	Шодиев Шодикул Каримович	Shodiev Shodiquil Karimovich
муаллими калон	старший преподаватель	senior lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik technical university named after academician M.S. Osimi
E-mail: skarimzoda@bk.ru , Sssk171801@gmail.com		
ORCID: 0000 – 0003 – 3338 – 6213		

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЯМИ СТРОИТЕЛЬСТВА В ТАДЖИКИСТАНЕ

М.М. Байматова, А.Н. Хидиров

В статье анализируется сущность и структура организационно-экономического механизма регионального управления инвестициями в строительной сфере Республики Таджикистан. Рассмотрены основные параметры объекта исследования, в частности объём инвестиций в строительную отрасль региона и доля инвестиций в строительство в общем объёме инвестиций региона. Особое внимание уделяется специфике инвестиционной политики регионов страны, инструментам стимулирования инвестиционной активности, проблемам реализации инвестиционных проектов и направлениям совершенствования механизма с учётом социально-экономических условий Таджикистана. Определена роль институциональных, финансовых и нормативно-правовых элементов в эффективном управлении инвестициями строительства на региональном уровне. Исследование проведено методами статистического анализа, системный и институциональный подходы к анализу регионального управления.

Ключевые слова: инвестиции, строительство, региональное управление, Таджикистан, инвестиционная политика, организационно-экономический механизм.

МЕХАНИЗМИ ТАШКИЛӢ ВА ИҚТИСОДИИ ИДОРАКУНИИ МИНТАҚАВИИ САРМОЯГУЗОРИИ СОХТМОН ДАР ТОҶИКИСТОН

М.М. Байматова, А.Н. Хидиров

Дар ин мақола хусусият ва сохтори механизми ташкилӣ ва иқтисодии идоракунии сармоягузори минақаӣ дар бахши сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳлил карда мешавад. Параметрҳои асосии объекти тадқиқот, аз ҷумла ҳаҷми сармоягузорӣ дар соҳаи сохтмони минақаӣ ва саҳми сармоягузориҳои сохтмонӣ дар ҳаҷми умумии сармоягузори минақа, баррасӣ мешаванд. Таваҷҷӯҳи махсус ба хусусиятҳои сиёсати сармоягузори минақаӣ кишвар, воситаҳои ҳавасмандгардонии фаъолияти сармоягузорӣ, мушкilot дар татбиқи лоиҳаҳои сармоягузорӣ ва самтҳои тақмили механизм бо назардошти шароити иҷтимоӣ ва иқтисодии Тоҷикистон равона карда шудааст. Нақши унсурҳои институтсионалӣ, молиявӣ ва танзимкунанда дар идоракунии самараноки сармоягузориҳои сохтмонӣ дар сатҳи минақаӣ муайян карда мешавад. Таҳқиқот бо истифода аз усулҳо ва системаҳои таҳлили омӯрӣ ва равишҳои институтсионалӣ барои таҳлили идоракунии минақаӣ гузаронида шудааст.

Калидвожаҳо: сармоягузорӣ, сохтмон, идоракунии минақаӣ, Тоҷикистон, сиёсати сармоягузорӣ, механизми ташкилӣ ва иқтисодӣ.

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM OF REGIONAL MANAGEMENT OF CONSTRUCTION INVESTMENTS IN TAJIKISTAN

M.M. Baymatova, A.N. Khidirov

This article analyzes the nature and structure of the organizational and economic mechanism for regional investment management in the construction sector of the Republic of Tajikistan. The key parameters of the research object are examined, in particular, the volume of investment in the regional construction industry and the share of construction investments in the region's total investment volume. Particular attention is paid to the specifics of the country's regional investment policies, instruments for stimulating investment activity, challenges in implementing investment projects, and areas for improving the mechanism, taking into account the socioeconomic conditions of Tajikistan. The role of institutional, financial, and regulatory elements in the effective management of construction investments at the regional level is determined. The study was conducted using statistical analysis methods and systems and institutional approaches to the analysis of regional management.

Keywords: investments, construction, regional management, Tajikistan, investment policy, organizational and economic mechanism.

Введение

Строительная отрасль Республики Таджикистан является одним из основных отраслей которое во многом влияет на социально-экономическое развитие страны, создающее жилищный фонд, объектов социальной инфраструктуры и других значимых строительных сооружений. В условиях формирования рыночных отношений и роста потребностей экономики актуальной становится задача эффективного привлечения и распределения инвестиций в строительный сектор. Осуществления эффективной структурной политики, восстановление основных производственных фондов и социально-экономическое развитие регионов страны требует значительного объема инвестиций.

В разное время вопросами инвестиций, стратегического планирования инвестиций, занимались многие ученые, отмечая инвестиции и инвестиционную стратегию как важнейший фактор успешного территориального развития. Важность разработки и реализации инвестиционной стратегии на региональном уровне отмечается в работах российских учёных : Абалкин Л.И., Аганбегян А.Г., Бурматова О.П., Быковой О.Н., Гранберг Дмитриева М. Дриго М.Ф., А.Г., Коломак Е.А., Федуловой Е.А., Толстолесовой Е.А., Некрасовой О.Л., Сазонова С. П., Кустова Д.А., Морошкиной М.В., Мяки С.А. и других [1].

Отечественные учёные и исследователи, работавшие над анализом инвестиционной привлекательности регионов Таджикистана, вопросами привлечения прямых иностранных инвестиций в развитие секторов, созданию благоприятного климата через государственное

регулирование и создание Экономических зон: Акилджанова Ш.Ю., Бобоев Х.С., Гафаров Ф. М., Джураев Д.М., Комилов С. Дж., Комилзода А.К., Курбонова Ф.Х., Рахматов Б.К., Сафарзода С.С., Сафоев А.К., Фасихов М.С., Хакимов С.Н. и другие. По вопросам регионального инвестирования в строительство остается недостаточно изученным, что и является целью разрабатываемого материала.

Методы исследования

Социально-экономическое состояние регионов Таджикистана различны по численности населения, капитальным вложением на развитие экономики регионов, обеспеченностью жилищным фондом населения, производительностью промышленных зон и т.п.

В структуру институтов, которые вкладывают свои денежные средства можно включить домашние хозяйства, фирмы и иностранных инвесторов. Эти субъекты всегда преследуют свою выгоду от инвестиций в различные отрасли экономики. [6]

Создание благоприятных финансово-экономических и организационных условий для привлечения и эффективного использования инвестиционных ресурсов может стать одним из важнейших факторов устойчивого развития экономики региона. [2]

Основные показатели жилищного и социально-культурного строительства регионов страны имеет следующие значения. См. табл.1.

Таблица 1 – Жилищное и социально-культурное строительство по регионам РТ

	1991	2000	2010	2020	2023	2024
Ввод в действие жилых домов (тыс. кв. метров)						
Республика Таджикистан	1225,2	124,5	1029,4	1463,4	1823,0	1796,7
г. Душанбе	178	18,9	167,4	458,5	550,0	638,1
Города и районы республиканского подчинения	166,5	41,1	183,2	251,5	388,1	210,7
Согдийская область	389,0	101,4	332,9	434,4	558,6	574,4
Хатлонская область	399,5	71,4	328,0	292,5	275,8	348,2
ГБАО	43,0	12,7	17,9	26,5	50,5	25,2
Ввод в действие общеобразовательных школ (ученических мест)						
Республика Таджикистан	23122	6228	18732	13534	19544	36254
г. Душанбе	-	-	2122	630	1200	7340
Города и районы республиканского подчинения	-	-	1530	480	2618	3526
Согдийская область	9716	3119	4142	660	5723	4576
Хатлонская область	7661	2692	8105	11124	9043	19932
ГБАО	3107	417	2833	640	960	880
Ввод в действие больниц (коек)						
Республика Таджикистан	836	242	129	577	176	147
г. Душанбе	-	-	-	200 ⁽²⁰¹⁹⁾	-	-
Города и районы республиканского подчинения	-	-	-	-	25 ⁽²⁰²²⁾	-
Согдийская область	230	115	79	307	56	10
Хатлонская область	107	197	50	270	120	137
ГБАО	49	20	-	20 ⁽²⁰²²⁾	-	-
Ввод в действие поликлиник (посещений в смену)						
Республика Таджикистан	1940	410	216	436	385	1127
г. Душанбе	-	-	-	-	-	-
Города и районы республиканского подчинения	-	-	10	-	-	42
Согдийская область	700	-	30	36	30	30
Хатлонская область	1010	410	176	400	275	1035
ГБАО	80	-	-	-	-	-
Ввод в действие детских дошкольных учреждений (мест)						
Республика Таджикистан	2654	-	-	1700	1242	2894
г. Душанбе	-	-	-	920	202	300
Города и районы республиканского подчинения	-	-	-	-	-	218
Согдийская область	2135	-	-	510	420	1280
Хатлонская область	569	-	-	270	420	1096

Источник: Регионы Таджикистана, Агентство по статистике при Президенте РТ, 2025

Результаты и обсуждение

Данные представленной таблицы представляют общий рост инвестиций на жилищное и социально-культурное строительство по регионам РТ. Активный рост на жилищное строительство ведется в городе Душанбе, общеобразовательных школы, больницы и поликлиники в большем объеме введены в действие в Хатлонской области, наивысший показатель в Согдийской области имеет строительство на 1280 мест детские дошкольные учреждения.

В общем, объем инвестиций в строительный сектор по регионам увеличивается, доля строительства в структуре валового регионального продукта различны: наименьший в ГБАО, а наивысший в г. Душанбе. Это доказывает территориальную дифференциацию инвестиционной активности. Высокий коэффициент освоения инвестиций показывает Согдийская область.

Также за 2025 года темпы роста и доля краткосрочного показателя развития регионов республики отмечены в г. Душанбе – 108,3% (20,7%), Согдийской области – 108,3% (27,8%), Хатлонской области 108,3% (28,0%), ГБАО – 108,2% (1,7%) и РРП – 108,2% (17,7%). Поступление инвестиций в 2025 года по регионам составляет: ГБАО – 1282,7 млн. сомони или 4,5%, Хатлонская область – 4003,5 млн. сомони (13,9%), Согдийская область – 4229,5 млн. сомони (14,7%), г. Душанбе – 8336,8 млн. сомони (29,0%), РРП – 10883,5 млн. сомони или 37,9% от объема инвестиций в республике.⁴

Показатели целей устойчивого развития Таджикистана должна основываться на устойчивом развитии региона. Региональная инвестиционная политика должна обеспечивать не только приток капитала, но и его рациональное использование в соответствии с приоритетами устойчивого развития региона. При этом роль региональных Хукуматов в управлении инвестиционными проектами становится критически важной.

Целью статьи является рассмотрение организационно-экономического механизма регионального управления инвестициями в строительстве Таджикистана, выявить ключевые элементы механизма, оценить их эффективность и определить направления совершенствования.

Инвестиции в строительство представляют собой долгосрочные вложения капитала в создание, реконструкцию объектов недвижимости и инфраструктуры. Для экономики Таджикистана и её регионов такие инвестиции имеют важное значение. Они способствуют улучшению качества жилищных условий населения, создают новые рабочие места, особенно в регионах с высоким уровнем безработицы, формируют основу для устойчивого экономического роста за счёт развития инфраструктуры, увеличивают налоговые поступления в региональные бюджеты. Капитальные вложения за счет всех источников финансирования по регионам предлагается в таблице 2.

Таблица 2 – Капитальные вложения за счет всех источников финансирования по регионам в млн. сомонӣ. (1991-1995 млн. рубл 2000-2020 млн. сомони)

	1991	2000	2010	2020	2023	2024
Республика Таджикистан	2218,9	108,6	4669,4	11775,5	20699,8	23042,3
г. Душанбе	318	9,7	933,3	3275,8	5477,5	6298,6
Города и районы республиканского подчинения	329,6	11,8	996,8	4405,2	7258,4	8858,5
Согдийская область	644,7	41,8	610,6	1321,5	3728,6	3230,3
Хатлонская область	610,0	33,4	1885,0	2404,9	2978,7	3464,9
ГБАО	97	11,8	243,8	368,2	1256,7	1189,9

Источник: Регионы Таджикистана, Агентство по статистике при Президенте РТ, 2025

В таблице отчетливо видно, что всего капитальные вложения активно увеличивается с 2010 года, в частности в Хатлонской области. С 2020 года в городах и районах республиканского подчинения, к 2023 году явно увеличивается даже в Горно-Бадахшанской автономной области. Эти

⁴ Социально-экономическое положение Республики Таджикистан январь – декабрь, Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2025

показатели доказывают, что инвестиции распределены по всем регионам страны, хотя неодинаково.

Особенностью строительных инвестиции в региональное строительство имеет свои особенности, таких как трудоёмкость, материалоёмкость, высокая капиталоемкость и длительные сроки строительства и реализации, что требует разработки специализированных механизмов управления.

Динамичное развитие национальной экономики и обеспечение её экономического роста требует реализации эффективной инвестиционной политики. Разработка инвестиционной политики определяется макроэкономическим состоянием национальной экономики, объёмом инвестиционных ресурсов, инвестиционным потенциалом. Поэтому уточнения теоретических основ организации инвестиционной деятельности и повышения её результативности приобретают особую значимость. [3]

Организационно-экономический механизм регионального управления инвестициями строительства — это система взаимосвязанных элементов, обеспечивающих целе направленное воздействие органов власти на процессы привлечения, распределения и эффективного использования инвестиций в строительной сфере.

В образовательной и научно-управленческой литературе такой механизм определяется как совокупность организационных структур, экономических инструментов, нормативно-правовой базы и информационно-аналитических систем, которые обеспечивают реализацию региональной инвестиционной политики.

Основные элементы регионального организационно-экономического механизма инвестициями строительства предложено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные элементы регионального организационно-экономического механизма инвестициями строительства

Организационный элемент механизма включает региональные исполнительные органы власти (Хукуматы, Джамоаты), Комитет по инвестициям и управлению государственным имуществом страны, создаваемые для контроля инвестиционных проектов, также органы местного самоуправления, участвующие в территориальном планировании. Организационная структура предназначен для распределения полномочий, ответственности и взаимодействие между участниками инвестиционного процесса.

Экономические составляющие механизма включают налоговые и финансовые стимулирование, таких как льготы, отсрочки, инвестиционные кредиты. Бюджетное финансирование — целевые субсидии и дотации региональным проектам, государственное поддержание. Региональные программы и стратегии социально-экономического развития,

постановления и распоряжения органов власти, определяющие порядок предоставления льгот и субсидий, также относятся экономическому механизму.

Важный элемент механизма — нормативно-правовое обеспечение регламентирующих инвестиционную деятельность и строительство. К нормативно-правовым актам инвестиционной сферы входят законы Республики Таджикистан «Об инвестициях», «О свободных экономических зонах», «О соглашениях о разделе продукции», «О принятии таможенного кодекса РТ и введении его в действие», а также «Налоговый кодекс РТ».

Закон РТ «Об инвестициях» регулирует отношения, связанные с осуществлением инвестиционной деятельности, и определяет правовые, экономические основы стимулирования и государственной поддержки инвестиций посредством предоставления равного правового режима и гарантии защиты прав инвесторов [4].

Закон РТ «О свободных экономических зонах», определяет организационные, правовые, экономические основы создания, управления, функционирования и ликвидации свободных экономических зон на территории Республики Таджикистан и регулирует порядок и условия применения специального правового режима в предпринимательской и инвестиционной деятельности в свободных экономических зонах [5].

Закон РТ «О соглашениях о разделе продукции» устанавливает правовые основы отношений между государством и инвестором, возникающих при осуществлении внутренних и иностранных инвестиций в поиск, разведку и добычу полезных ископаемых на территории Республики Таджикистан в соответствии с условиями договора о разделе произведенной продукции.

Таможенный Кодекс определяет правовые, экономические и организационные основы таможенного дела, направлен на защиту суверенитета и экономической безопасности Республики Таджикистан, активизацию связей экономики Республики Таджикистан в системе мировых экономических отношений, обеспечение защиты прав граждан, хозяйствующих субъектов и государственных органов и соблюдение ими обязанностей в области таможенного дела.

Налоговый Кодекс определяет организационные, правовые и экономические основы по установлению, изменению, отмене, исчислению и уплате налогов, а также отношения между государством и налогоплательщиком, связанные с исполнением налоговых обязательств и направлен на формирование, развитие и стимулирование хозяйственной деятельности.

Нормативная база строительства как элемент механизма, имеет сложную структуру основанный на Градостроительный кодекс, соответствующие законы, строительные нормы и правила и др.

Современное управление инвестициями требует наличия системы мониторинга инвестиционной деятельности, анализа инвестиционных рисков, оценки эффективности реализуемых проектов и прогнозирования финансовых потоков. Это реализуется посредством инвестиционных баз данных и регулярную отчетность инвесторов и органов власти.

Региональные власти применяют набор мер, направленных на активизацию инвестиционной деятельности и поддержку строительной отрасли. К ним относятся:

- планирование и разработка региональных инвестиционных программ, в которых определены основные направления и ключевые проекты для развития территорий;
- предоставление налоговых льгот с целью стимулирования инвесторов, реализующим проекты в важных секторах и регионах с низким уровнем экономического развития.

Факторам создающие условия для реализации проектов относятся освоение и подготовка территории для строительства, транспортная доступность территорий, доступ к подключению электросетям. Также, Снижение административных препятствий, ускорение процедур согласования и предоставления разрешений на строительство инвестиционных объектов.

Региональное управление инвестициями в строительстве Таджикистана сталкивается с проблемами, такими как недостаток, ограничения финансовых ресурсов региональных бюджетов и высокими инвестиционными рисками, связанные с экономической нестабильностью.

Для формирования благоприятного инвестиционного климата регионов страны представляется необходимым выполнение таких условий, как: ориентация действия рыночных трансформационных механизмов на оживление инвестиционной деятельности, смещение акцента

госрегулирувания на стимулирование инвестиционной активности в реальном секторе экономики, конструктивное использование финансово-банковских инструментов для проведения политики по мобилизации инвестиций из всех потенциально выявленных источников, подчеркивает А.К.Сафоев [7].

Заключение

По нашему мнению, для повышения эффективности механизма управления инвестициями в строительстве целесообразно рационализировать нормы регионального законодательства в части инвестиционных стимулов. Обеспечить прозрачность управления инвестиционных проектов на всех стадиях реализации. В частности, разработать стратегическое планирование инвестиционной деятельности с учётом социально-экономических особенностей регионов.

Организационно-экономический механизм регионального управления инвестициями в строительстве является ключевым инструментом, обеспечивающим устойчивое социально-экономическое развитие территорий Республики Таджикистан. Его эффективность определяется сбалансированным сочетанием организационных структур, экономических стимулов, нормативно-правовой базы и информационно-аналитических систем. Совершенствование данного механизма позволит активизировать инвестиционную деятельность, повысить качество строительных проектов и создать благоприятные условия для долгосрочного развития регионов.

Рецензент: Хасанов А.Р. – к.э.н., доцент кафедры инновационного менеджмента Технологического университета Таджикистана.

Литература

1. Инвестиционная стратегия региона: анализ понятий / М. В. Палкина, А. А. Созинова, Н. К. Савельева [и др.] // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 747-766. – DOI 10.18334/epp.13.3.117199
2. Джураева Н.Г. Формирование инвестиционных основ развития экономики региона: на примере Согдийской области Республики Таджикистан: дисс. канд. экон. наук: 08.00.05/ Н.Г. Джураева. – И., 2014г. - 170с.
3. Комилов С. Дж., Гафаров Ф. М. Инвестиционный потенциал региона: теория формирования и пути развития. Монография. – Душанбе: «Ирфон», 2017. – 215с.
4. Закон Республики Таджикистан от 14 мая 2025 года №2173 «Об инвестициях и поощрении инвестиционной деятельности» Постановление Маджлиси намояндагон Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 26 февраля 2025 года №1577
5. Закон Республики Таджикистан от 20 июня 2024 года №2077.О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Таджикистан "О свободных экономических зонах" Принят Постановлением МН МОРТ от 8 мая 2024 года №1311
6. Комилзода А.К., Зоиров Ш.Н. Воздействие институциональных факторов на привлечение инвестиций и применение зарубежного опыта в целях улучшения инвестиционного климата. Вестник ТГНУ. Серия социально-экономических и общественных наук 2025. №10.
7. Сафоев А.К. Развития механизма управления региональными инвестиционными проектами (на материалах Хатлонской области Республики Таджикистан)//Дис. канд. экон. наук. - Душанбе, - 2014.
8. Байматова, М. М. Анализ жилищного строительства и оценка стоимости жизненного цикла жилого здания в условиях Республики Таджикистан / М. М. Байматова, М. Б. Холзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 1(73). – С. 169-175. – DOI 10.65599/ПИ1887. – EDN WKXKOA.

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

TJ	RU	EN
Байматова Манзура Менгатовна	Байматова Манзура Менгатовна	Baymatova Manzura Mengatovna
Номзади илми иктисод, дотсент	Кандидат экономических наук, доцент	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
E-mail: Baymatova_2022@mail.ru		
TJ	RU	EN
Хидилов Азамат	Хидилов Азамат	Hidirov Azamat
Магистри курси 1	Магистр 1 курса	First-year Master's student
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after acad.M.S. Osimi

ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ ЗАХИРАҲОИ ОБИЮ ЭНЕРГЕТИКӢ - САМТИ МУҲИММИ РУШДИ ИҚТИСОДИ МИЛЛӢ

С.Ҳ. Ҳасанзода

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ ҳамчун самти муҳимми рушди иқтисоди миллӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Соҳаи гидроэнергетика яке аз самтҳои асосии захираҳои оби кишвар ба шумор рафта, иқтисодии энергетикаи мамлакатро ташкил медиҳад. Таъмини амнияти энергетикӣ ва захираҳои оби яке аз масъалаҳои асосӣ дар мадди аввали назари аҳоли ҷаҳон қарор гирифта истодааст. Ин ба яке масъалаи муҳимтарини муосир табиӣ ёфта истодааст, ки боиси ғамхории ғайриҷаҳонӣ мардум мебошад. Афзоиши аҳоли ва таъсири технологияи ғайриҷаҳонӣ инсон ба давлат мебошад, ки дар натиҷа тезтунд шудани мушкilotи ҷаҳонӣ дар минтақа ва инчунин дар тағйирёбии иқлим мебошад. Идоракунии захираҳои обию энергетикӣ муҳофизат ба тақсимот, яке аз масъалаи муҳимми сарҳадӣ, маҳаллӣ, минтақавӣ, ва миллӣ ба шумор меравад. Таҳлили нишондиҳандаҳо ва тамоюли истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ ҳамчун самти муҳимми иқтисоди миллӣ оварда шудааст. Арзёбии нишондиҳандаҳои ноилшавӣ ба ҳадафҳои Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2040 гузаронида шудааст. Самтҳои асосии амалисозии захираҳои обию энергетикӣ мамлакат ва нақши он дар инкишофи иқтисоди миллии кишвар асоснок ва пешниҳод гардидааст.

Калидвожаҳо: таъмин, истеъмоли, соҳа, рушди иқтисодӣ, таъминоти об, талафоти захираҳои оби, масъалаи муҳимми сарҳадӣ, маҳаллӣ, минтақавӣ, миллӣ, тақсимот, самт, иқтисоди миллӣ, захираҳои обию энергетикӣ, гидроэнергетика, истифода, амният, механизм, муҳофизат, афзоиши, ҷумҳурӣ, байналмилалӣ.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЯВЛЯЕТСЯ ВАЖНЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

С.Х. Ҳасанзода

В статье рассматривается рациональное использование водных и энергетических ресурсов как важное направление национального экономического развития Республики Таджикистан. Гидроэнергетический сектор является одним из основных направлений использования водных ресурсов страны и формирует ее энергетический потенциал. Обеспечение энергетической безопасности и водных ресурсов является одним из главных вопросов, стоящих перед мировым населением. Это становится одной из важнейших современных проблем, вызывающих озабоченность в контексте совместной деятельности людей. Рост населения и технологическое воздействие человеческой деятельности на государство приводят к обострению глобальных проблем в регионе, а также к изменению климата. Управление водными и энергетическими ресурсами, защита их распределения являются одним из важнейших приграничных, местных, региональных и национальных вопросов. Представлен анализ показателей и тенденций рационального использования водных и энергетических ресурсов как важного направления развития национальной экономики. Проведена оценка показателей достижений целей Национальной водной стратегии Республики Таджикистан на период до 2040 года. Обоснованы и представлены основные направления реализации водных и энергетических ресурсов страны и их роль в развитии национальной экономики страны.

Ключевые слова: снабжение, потребление, сектор, экономическое развитие, водоснабжение, истощение водных ресурсов, важный пограничный вопрос, местный, региональный, национальный, распределение, направление, национальная экономика, водные и энергетические ресурсы, гидроэнергетика, использование, безопасность, механизма, защита, рост, республика, международный.

RATIONAL USE OF WATER AND ENERGY RESOURCES IS AN IMPORTANT AREA OF DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ECONOMY

S.H. Hasanzoda

This article examines the rational use of water and energy resources as an important area of national economic development in the Republic of Tajikistan. The hydropower sector is one of the country's primary water resource utilization areas and shapes its energy potential. Ensuring energy security and water resources is a key issue facing the world. It is becoming one of the most important contemporary issues of concern in the context of human interaction. Population growth and the technological impact of human activity on the state are exacerbating global problems in the region, as well as climate change. Water and energy resource management and the protection of their distribution are among the most important border, local, regional, and national issues. This article presents an analysis of the indicators and trends in the rational use of the water and energy resources as an important area of national economic development. An assessment of the achievement of the goals of the National Water Strategy of the Republic of Tajikistan for the period up to 2040 is conducted. The main area for the implementation of the country's water and energy resources and their role in the development of the national economy are substantiated and presented.

Keywords: supply, consumption, sector, economic development, water supply, water resource depletion, major boundary issues, local, regional, national, distribution, direction, national economy, water and energy resources, hydropower, use, security, mechanism, protection, growth, republic, international.

Муқаддима

Баъди соҳибистиклол гардидани Ҷумҳурии Тоҷикистон бахусус, рушди иқтисодӣ ва ташаккули он дар механизми таъмин намудани захираҳои обию энергетикӣ ҳамеша дар мадди назари давлат буда, барои беҳтарсозии сатҳи зиндагии аҳоли дар суҳанрониҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ, Пешвои миллат Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон мавқеи намоёнро касб менамояд. Дар доираи ин тадқиқот асосҳои назариявии механизми таъмини

амнияти обию энергетикӣ муайян карда мешавад. Равишҳои асосӣ барои ташкил ва такмил додани механизмҳои мукамалгардони таъмини захираҳои обию энергетикӣ ва ҳадафҳои стратегӣ дуруст ба роҳ мондани як қатор самтҳои асосии хоҷагиро тақозо менамояд. Ҳамин тавр дар баробари таъмини афзоиши ҳаҷми истеҳсол, коркард ва истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ ҳамчун самти муҳимми рушди иқтисоди миллӣ таваҷҷуҳи бештар мегардад.

Истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ яке аз самтҳои афзалиятноки рушди иқтисоди миллии мамлакат ба ҳисоб рафта, нақши худро дар сатҳи локалӣ (ҷумҳурӣ, минтақа) ва глобалӣ (байналмиллалӣ) аз даст надодааст. Соҳаи гидроэнергетика яке аз самтҳои муҳимми соҳаи захираҳои оби кишвар ба шумор рафта, асоси иқтисодии энергетикаи кишварро ташкил медиҳад. Қайд намудан зарур аст, ки дар истеҳсоли солони энергия саҳми гидроэнергетика назаррас буда, зиёда аз 98 фоизро ташкил медиҳад.

Ҷаҳони муосир дар шароити бӯхрони шадиди захираҳои обию энергетикӣ қарор дорад. Таъмини амнияти энергетикӣ ва захираҳои обию энергетикӣ яке аз масъалаҳои асосӣ дар мадди аввали назари аҳоли ҷаҳон қарор гирифта истодааст. Ин ба яке масъалаи муҳимтарини муосир табдил ёфта истодааст, ки боиси ғамхории фаъолияти якҷояи мардум мебошад. Афзоиши аҳоли ва таъсири технологияи фаъолияти инсон ба давлат мебошад, ки дар натиҷа тезтунд шудани мушкилоти ҷаҳонӣ дар минтақа ва инчунин дар тағйирёбии иқлим мебошад. Идоракунии захираҳои обӣ ва энергетикӣ муҳофизат ба тақсимот, яке аз масъалаи муҳимми сарҳадӣ, маҳаллӣ, минтақавӣ, ва миллӣ ба шумор меравад. Илова бар ин, захираҳои обию энергетикӣ барои ноил шудан ба рушди устувори иқтисодӣ, ҳифзи муҳити табиӣ аз байн бурдани камбизоатӣ ва баланд бардоштани неқӯаҳолии мардум аҳамияти калидӣ дорад.

Истеҳсоли нерӯи барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, асосан тариқи неругоҳҳои барқии обӣ истеҳсол карда мешавад, ки истеҳсоли он 17 млрд кВт. соатро ташкил медиҳад. Бояд қайд намуд, ки Тоҷикистон дорои иқтисодии бузургӣ гидроэнергетикӣ дошта, 95 фоизи истеҳсоли нерӯи барқ дар мамлакат тавассути неругоҳҳои барқӣ обӣ рост меояд. Истеҳсоли нерӯи барқ дар неругоҳҳои барқӣ обӣ хусусияти мавсимӣ дошта, аз сатҳи ҷараёни об дар дарёҳо вобастагии зич дорад. Нишондиҳандаҳои пастарини истеҳсоли нерӯи барқ дар мамлакат дар мавсими тирамоҳу зимистон дар ҳоле, ки дар ин мавсим талабот ба нерӯи барқ баланд аст, ба амал меояд. Дар фасли тобистон бошад, талабот нисбат ба нерӯи барқ кам буда, нерӯи барқ барзиёд истеҳсол карда мешавад. Дар ин мавсим то ба андозаи 3-7 млрд кВт соат, қувваи барқ зиёдтар истеҳсол карда мешавад.

Сатҳи истеъмоли нерӯи барқ дар соҳаҳои алоҳидаи иқтисодиёти мамлакат дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 – Истеъмоли соҳавии нерӯи барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, млрд. кВт. соат

Соҳаҳо	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2024/2019 бо рақам
Саноат	3990	2744	3934	3818	3590	3924	-66
Соҳтмон	46	57	43	29	14	9	-37
Кишоварзӣ	2338	2619	2086	2225	2563	1796	-542
Нақлиёт	8	8	9	9	8	7	-1
Дигар соҳаҳо	2740	3135	2347	2781	3212	4160	1420
Аҳоли	6019	6857	5410	5850	5954	6375	356
Талафот	2429	2549	4071	3920	3786	2628	129

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси маълумоти оморӣ. Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон <https://www.stat.tj/wp-content/uploads/2026/02/machmuai-sanoat-2024.pdf>

Дар ҷадвали болоӣ тағйирёбӣ (динамика)-и истеъмоли соҳавии нерӯи барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 2019-2024 инъикос гардидааст. Таҳлили илмӣ нишондиҳандаҳои имконият медиҳад, ки тағйироти соҳторӣ, тамоюлҳои рушд ва самаранокии истифодаи нерӯи барқ дар иқтисоди миллӣ арзёбӣ карда шаванд. Рақамҳои дар боло овардашуда нишон медиҳанд, ки истеъмоли нерӯи барқ вобаста ба соҳаҳо дорои тағйироти назаррас мебошад.

Дар соли 2019 истеъмоли қувваи барқ дар соҳаи саноат истеъмоли нерӯи барқ аз 3990 млн. МВт.соат-ро ташкил дода, дар соли 2024 ба 3924 млн. МВт.соат коҳиш ёфтааст (-66). Гарчанде ки дар солҳои 2021–2022 барқароршавии нисбӣ мушоҳида мешавад, нишондиҳандаи ниҳой нисбат ба соли базавӣ каме паст боқӣ мемонад. Ба ин ҳолат омилҳои зерин таъсир мерасонад: тағйирот дар сохтори истеҳсолот, баландбардории самаранокии энергетикӣ, таъсири омилҳои иқтисодӣ.

Маълумоти дар ҷадвал оварда шуда, аз он шаҳодат медиҳад, ки дар соҳаи сохтмон истеъмоли қувваи барқ коҳиш ёфтааст: аз 46 то 9 млн. МВт. соат (-37). Ин ҳолат аз он шаҳодат медиҳад, ки суштшавии фаъолияти соҳаи сохтмонӣ гузариш ба технологияҳои каммасраф дар соҳаи энергетикӣ мебошад.

Дар соҳаи кишоварзӣ бошад истеъмоли соҳавии қувваи барқ коҳиш ёфтааст: аз 2338 то 1796 млн. МВт.соат (-542). Бо мақсади он ки кишоварзӣ дар иқтисодиёти мамлакат мавқеи асосӣ дорад, ки чунин коҳиш метавонад ба: кам шудани ҳаҷми обёри дар соҳа, ислоҳот дар дохили сохтор, тағйирёбии иқлим ва дастрасии захираҳои оби энергетикӣ, аз қоркарди нерӯи барқ вобаста мебошад.

Дар соҳаи нақлиёт тағйироти зиёд набуда, аз он ҷумла (аз 8 то 7 млн. МВт.соат – 1), ки нишон медиҳад сатҳи ин соҳа дар сохтори умумии истеъмоли қувваи барқ нисбатан кам боқӣ мемонад.

Дар дигар соҳаҳо бошад афзоиши назаррас ба қайд гирифта шудааст: аз 2740 то 4160 млн. МВт.соат (+1420). Ин рақамҳо барои рушди фаъолияти дигар соҳаҳои идоракунӣ, тиҷорат, хизматрасонӣ шаҳодат медиҳад. Ин тағйирот метавонад нишонаҳои иқтисоди миллӣ бошад. Истеъмоли аҳоли аз он шаҳодат медиҳад, ки 6019 то 6375 млн. МВт.соат (+356) рушд намудааст. Бо вуҷуди ин коҳиши муваққатӣ дар соли 2021, тамоли умумӣ инкишофёбанда мебошад. Ин ҳолат ба:

- зиёдшавии шумораи аҳоли,
- беҳтар намудани сатҳи таъминоти нерӯи барқ,
- истифодаи технологияҳои нави барқӣ шароити хонаҳо.

Талафоти нерӯи барқ аз 2429 то 2628 млн. МВт.соат (+129) рушд намудааст, аз ин лиҳоз дар солҳои 2021–2023 дар сатҳи хеле баланд буд. Баланд шудани чунин талафот метавонад ба:

- фарсуда шудани шабакаҳои барқӣ,
- талафотҳои техникӣ,
- омилҳои ғайритехникӣ (аз ҷумла талафотҳои тиҷоратӣ) вобаста аст.

Сохтори истеъмоли нерӯи барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон тамоли тағйироти сохториро нишон медиҳад. Камшавии истеъмоли нерӯи барқ дар соҳаҳои истеҳсоли кишоварзӣ, сохтмон, саноат ва рушди он дар дигар бахшҳо аз тағйир додани рушди мадели иқтисоди шаҳодат медиҳад. Баланд будани талафоти нерӯи барқ масъалаи муҳимми сиёсати энергетикӣ мебошад. Дар маҷмӯъ, таҳлили омӯрӣ нишон медиҳад, ки дар давраи 2019 – 2024 соҳаи энергетикаи кишвар марҳилаи мутобиқшавии сохториро паси сар намуда, талаботи афзояндаи аҳоли ва бахши хизматрасониро инъикос мекунад.

Ҷадвали 2 – Нишондиҳандаҳои ноилшавӣ ба ҳадафҳои Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2040

№	Нишондиҳандаҳо	Ченак	2023	2030	2035	2040
1	Ҳаҷми умумии обгирии солони аз маҳзанҳои рӯйзаминӣ ва зеризаминӣ об	млрд м³/сол	13,0	13,5	14,0	14,29
2	Самаранокии иқтисодии умумии истифодаи 1м³ об дар Тоҷикистон (обистифодабарии маҷмӯи маҳсулоти дохилӣ)	смл/м³ (долл/м³)	11,0 (1,0)	16,5 (1,5)	21,6 (2,0)	34,9 (3,0)
3	Таъминнокии аҳоли бо шабакаҳои обтаъминкунӣ	%	41	60	75	90
4	Аҳолие, ки бо оби ошомиданӣ дар хона дастрасӣ доранд	%	60	80	90	100
5	Аҳолие, ки бо оби ошомиданӣ олуида нагардида дастрасӣ доранд	%	74	80	90	100

№	Нишондиҳандаҳо	Ченак	2023	2030	2035	2040
6	Аҳолие, ки бо оби ошомиданӣ дар сатҳи на камтар аз сатҳи заминавӣ дастрасӣ доранд	%	81	100		
7	Таъминоти аҳоли бо шабакаҳои рафӣи обҳои партов	%	15	25	35	50
8	Аҳолие, ки аз иншооти санитарии техникӣ, ки ба шабакаҳои марказонидашудаи обҳои партов пайваست нестанд ва наҷосат аз онҳо бехатарона гирифта шуда, дар ҳамин ҷо ё дуртар аз хонавода безарар карда мешавад, истифода мебаранд	%	59	80	90	100
9	Аҳолие, ки ба санитария (ҳочатхона) на камтар аз сатҳи заминавӣ дастрасӣ доранд	%	97	100		
10	Аҳолие, ки ба дастгоҳҳои дастшӯйӣ дар ҳуҷраҳо бо собун ва дигар маводди шӯянда на камтар аз сатҳи заминавӣ доимо дастрасӣ доранд	%	73	100		
11	Талафоти об дар шабакаҳои обтаъминкунӣ (ба ҳисоби миёна дар кишвар	%	40-60	35	30	20
12	Масоҳати умумии заминҳои обёришаванда	ҳаз.га	764	780	790	814
13	Масоҳати умумии заминҳои обёришаванда бо истифода аз технологияҳои сарфакунандаи об ва услубҳои нави обёрӣ	ҳаз.га	2,5	10	50	100
14	Масоҳати умумии заминҳои дорои ҳолати мелиоративии ғайриқаноатбахш	ҳаз.га	37	28	18,5	8
15	Масоҳати заминҳои обёришаванда, ки аз истифодаи кишоварзӣ боз мондаанд	ҳаз.га	4,87	3,5	2,5	1
16	Камтар кардани истифодаи нерӯи барқ дар пойгоҳҳои пойкаши обёрӣ аз ҳаҷми умумии нерӯи барқи истифодашаванда (нисбат бо соли 2023)	%		10	15	20
17	Талафоти об дар шабакаҳои обёрӣ	%	50	45	40	35
18	Тавоноии неругоҳҳои барқии обӣ	МВт	5403	7000	9886	10951
19	Ҳаҷми умумии обанборҳо	км³	15,6	22	28	29,2
20	Ҳиссаи партови обҳои то лозима тоза накарда ба объектҳои об (нисбат ба сатҳи соли 2023)	%	-	50	25	0
21	Дараҷаи ҷорӣ намудани механизмҳои меъёрҳои ҳуқуқи ва институтсионалии идораи ҳамгироёнаи захираҳои об	%	80	100		
22	Зиёд намудани ҳиссаи минтақаҳои, ки бо иншооти муҳандисӣ ва ҷораҳои махсус аз хатари ҳодисаҳои табиӣи марбута бо об ғимоя шудаанд	%	-	10	20	30
23	Рақамикунонии соҳаи об	%		50	60	80

Сарчашма: Таҳияи муаллиф дар асоси маълумоти оморӣ. Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2040. – с. 39-40. <https://www.mewr.tj/wp-content/uploads/2025/01>

Натиҷаи таҳлилҳо нишон медиҳад, ки нишондиҳандаҳои ноилшавӣ ба ҳадафҳои Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2040, ки рушди соҳаи об ба модели идоракунии ҳамгироёна, самаранок ва устувор равона гардидааст. Натиҷаҳои пешбинишуда тамоюли мутавозуни рушди иқтисодӣ, иҷтимоиро инъикос менамоянд.

Вобаста ба ҳаҷми самаранокӣ истифодаи захираҳои оби дар ҷумҳурӣ бояд қайд намуд, ки афзоиши ҳаҷми умумии обгири солона аз 13,5 млн м³ дар соли 2030 то 14,29 млн м³ дар соли 2040 аз нисбатан муътадил буда, бо афзоиши аҳоли ва рушди соҳаи иқтисодӣ алоқаманд мебошад.

Аммо ин нишондиҳандаи асоси самаранокии иқтисоди истифодаи 1 м³ об аз 16,5 сомонӣ то 34,9 сомонӣ афзоиш меёбад, ки нишондиҳандаи баланд шудани ҳосилнокии иқтисодӣ мебошад.

Ин нишон медиҳад, ки рушди иқтисодӣ на аз ҳисоби афзоиши экстенсивии истеъмоли об тавассути баланд бардоштани маҳсулноки ва арзиши иловашудаи ҳар воҳиди захираи об таъмин мегардад. Чунин раванд ба принципҳои асосии иқтисоди сабз ва ҳадафҳои рушди устувор мутобикат мекунад ва коҳиши «обталабии» ММД-ро таъмин менамояд.

Дар самти таъмини дастрасии фарогир ба оби нӯшокӣ ва афзоиши назаррасии фарогирии аҳолиро бо хизматрасониҳои обтаъминкунӣ ва санитарӣ нишон медиҳанд. То соли 2040 расидан ба 100% дастрасӣ ба оби ошомидани (дар сатҳи на камтар аз меъёрҳои заминавӣ) пешбинӣ шудааст.

Ин нишондиҳандаҳо ба Ҳадафи 6-уми Рушди Устувори СММ пурра мутобик буда, ба беҳтаршавии вазъи саломатии ҷамъиятӣ, пастшавии сатҳи бемориҳои сироятӣ ва баланд гардидани сатҳи зиндагии аҳоли мусоидат менамоянд. Афзоиши таъминот бо шабакаҳои рафъи обҳои партов (аз 15% то 50%) нишон медиҳад, ки инфрасохтори санитарӣ тадриҷан тақвият меёбад, гарчанде ин самт ҳанӯз захираҳои иловагӣ талаб менамояд. Коҳиши талафоти об ва навсозии инфрасохтор яке аз масъалаҳои муҳимми ин соҳа сатҳи баланди талафоти об мебошад. Паст гардидани талафоти об дар шабакаҳои обтаъминкунӣ то 20% ва дар шабакаҳои обёрӣ то 35% нишон медиҳад, ки стратегия ба таҷдид ва модернизатсияи инфрасохтор, ҷорӣ намудани технологияҳои нави муосир ва тақмили низоми он равона гардидааст. Коҳиши талафот ба баланд шудани самаранокии умумии низом, кам гардидани фишор ба манбаъҳои табиӣ ва коҳиши хароҷоти молиявӣ мусоидат мекунад.

Яке аз омилҳои манфии ба вазъи истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ кишварҳои минтақаи Осиёи Марказӣ ва ҷумҳурии мо таъсиррасон - ин обшавии пиряхҳо, ки сарчашмаи ҳавзагирии захираҳои обӣ дар минтақа ба ҳисоб мераванд мебошад. Чи тавре, ки ба ҳамагон маълум аст, дар Осиёи Марказӣ аз он ҷумла дар ҷумҳурии мо пиряхҳо сарчашмаи асосии обгирии дарёҳо ба ҳисоб мераванд. Онҳо таъмини захираҳои обро дар давраи гарми сол, ки барои обёрикунонӣ лозим аст ба амал мебароранд. Аммо чӣ тавре, ки таҷриба нишон медиҳад дар солҳои охир, суръати обшавии пиряхҳо афзуда, таъсири бевоситаи худро аз он ҷумла ба соҳаҳои таъмини обҳои нӯшокӣ, тағйироти иқлим, ирригатсия ва гидроэнергетика мерасонад. Аз рӯйи баъзе маълумот дар давоми 10 соли охир масоҳати пиряхҳои минтақа ба миқдори 30-35 % кам гардидааст. Дар соли 2019-2021 аз сабаби он, ки ҳаво хеле ҳам гарм омад ҳарорат то 45 дараҷа дар ҷануб ва дар шимол бошад то 35 дараҷа боло баромад ва обшавии бештари барфу яхҳои кӯҳӣ ҳаҷми об ва воридоти он ба обанборҳо 30-35 фоиз кам гардидааст [7].

Бинобар, Ҳукумати Тоҷикистон ин мушкилии глобалиро баназар гирифта 27 июни соли 2008 дар Душанбе «Конфронси байналмилалӣ оид ба коҳиши офатҳои табиӣ вобаста ба об», даъват намуда будаанд. Дар конфронси мазкур мутахассисону масъулон ва олимони ин соҳа зиёда 40 кишвари ҷаҳон ва бонуфузтарин созмонҳои байналмилалӣ минтақавӣ иштирок доштаанд. Соли 2017 бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва шахсан пешниҳоди Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон Марказӣ омӯзиш ва мушоҳидаи пиряхҳо дар ҷумҳурии мо кушода, айни ҳол фаъолият дорад. Ҳамзамон, бо пешниҳоди Сарвари давлат ҷаҳати ҳалли мушкилот дар ин самт бори дигар ташаббуси эълони соли 2025 - Соли байналмилалӣи ҳифзи пиряхҳоро ба миён гузоштаанд. Таъкид гардид, ки эълон шудани “Рӯзи ҷаҳонии пиряхҳо”, таъсиси “Ҳазинаи байналмилалӣи ҳифзи пиряхҳо”, ташкили “Системаи муттаҳидшудаи глобалӣ иттилооти криосфера ва механизми байналмилалӣ”, ки барои осон кардани дастрасии иттилооти дақиқ ва саривақти оид ба криосфера мусоидат менамояд, аз натиҷаҳои назаррасии татбиқи ташаббуси мазкур хоҳанд буд [1].

Аз рӯйи нишондиҳандаҳои омории ҷаҳонӣ вобаста ба афзоиши шумораи аҳоли дар ҷаҳон вазъият бо истифодаи захираҳои обӣ дар оянда аз ин ҳам мудҳиштар хоҳад гардид. Ҳатто дар ҳолати кунунии шумораи аҳоли (7,8 млрд.), кураи замин норасоии бузурги захираҳои обиро ҳис менамояд. Дар асоси маълумоти як қатор кишварҳои дунё ба монанди Ҷумҳурии Чин, Ҳиндустон, Арабистони Саудӣ, Африқои Шимолӣ ва ИМА яке аз муаллифони китоби «Pillar of Sand» («Тӯдаи хок») Сандра Постел ҳаҷми аз меъёр истифодабарии обҳои зеризаминиро ҳисоб карда баромадааст. Мувофиқи ҳисобҳои ӯ ин нишондиҳанда (яъне ҳаҷми аз меъёр истифодабарии

обҳои зеризаминӣ) тақрибан 160 млрд. м³, ё ин ки 160 млрд. тоннаро ташкил медиҳад. Сандра Постел чунин меҳисобад, ки агар барои истеҳсоли 1 тонна ғалла тақрибан 1000 тонна об зарур шавад, он гоҳ камчини захираҳои обӣ ба миқдори 160 млрд. тонна ба бузурги ба даст наовардани 160 млн. тонна ғалла, ё ин, ки ними ҳосили ғалладонагиро дар ИМА мебошад [11].

Дар ҳолати истеъмоли ҷаҳонии ғалла дар ҳаҷми зиёда аз 300 кг ба ҳар сар аҳоли дар як сол ин 160 млн. тонна метавонист тақрибан 480 млн. одамро ҳурунад. Бо тарзи дигар ғуем, 480 млн. тонна аз миқдори 7,8 млрд. аҳолии бо ғалла таъминбудаи кураи Замин дар натиҷаи истифодаи ғайриоқилонаи захираҳои обӣ ба даст омадааст. Яъне ин нишондиҳандаҳо ба он далолат менамоянд, ки мо дар ҳоли ҳозир аз ҳисоби захираҳои обие, ки барои насли оянда (яъне фарзанду набераҳои мо) муқаррар шудааст, истифода мебарем.

Дар ҷумҳурӣ миқёси истифодаи захираҳои об сол то сол васеъ шуда истодааст, ки ин пеш аз ҳама, ба азхудкунии заминҳои нав ва талаботи зиёд ба обёрии сунъӣ вобаста мебошад. Бинобар ин, хоҷагиҳои ҷумҳурӣ бояд барои оқилонаю сарфакорона истифода бурдани обҳо ҷидду ҷаҳд намоянд. Пеш аз ҳама, лозим аст, ки захираҳои обҳои зеризаминии ҷумҳурӣ тариқи мукамал тадқиқу ташхис карда шуда, баъдан истифодаи онҳо дар обёрии заминҳои нав васеъ шаванд. Зеро ин захираҳо хеле зиёданд ва нисбатан хароҷоти камро талаб менамоянд.

Яке аз сабабҳои дар бисёр ноҳияҳои ҷумҳурӣ зиёд будани исрофкорию муносибати бепарвоёна ба табиат ва захираҳои обӣ, пеш аз ҳама, ба суғур будани тартиби муҳофизати табиату маърифати экологӣ вобаста аст. Агар тарбияи экологӣ ва ҳифзи муҳити зист дар байни муассисаҳои томактабӣ, мактаббачагон, донишҷӯён ва умумун дар байни тамоми аҳолии ҷумҳурӣ пурифта гардад, дар он сурат чунин ҳодисаҳо кам ва ё умуман такрор нахоҳад шуд.

Рушди устувори кишоварзӣ ва бехтарсозии ҳолати мелиоративӣ соҳаи кишоварзӣ ҳамчун истифодабарандаи асосии об дар мамлакат бо тағйирот фаро гирифта шудааст. Афзоиши масоҳати заминҳои обёришаванда бо технологияҳои муосири сарфакунандаи об аз 2,5 ҳазор га то 100 ҳазор га нишон медиҳад, ки гузариш ба усулҳои муосири обёрӣ (қатрагӣ, борониро) дар маркази сиёсати давлатӣ қарор дорад. Ҳамзамон, коҳиши заминҳои дорои ҳолати ғайриқаноатбахш (аз 37 ҳ. га то 8 ҳ. га) ва кам шудани заминҳои аз гардиши кишоварзӣ бозмонда далели бехтар гардидани вазъии экологӣ ва баланд шудани самаранокии истифодаи захираҳои замин мебошад.

Нақши гидроэнергетика дар рушди устувор афзоиши тавоноии нерӯгоҳҳои барқӣ обӣ то 10951 МВт ва зиёдшавии ҳаҷми обанборҳо то 29,2 км³ нишон дода, ки гидроэнергетика ҳамчун қисми стратегияи рушди иқтисодӣ мавқеи асосӣ дорад. Ин раванд ба таъмини амнияти энергетикӣ вобастагӣ дошта аз манбаъҳои сӯзишвории органикӣ ва рушди иқтисоди камкарбон мусоидат менамояд. Айни замон, тавсеаи зерсохтори гидротехникӣ бо риояи принципҳои арзёбии таъсири экологӣ ва идоракунии ҳамгироёна анҷом дода шавад.

Муҳофизати муҳити зист ва идоракунии ҳамгироёна баробар намудани ҳиссаи партови обҳои нопок ба сифр то соли 2040 нишондиҳандаи муҳимми экологӣ мебошад. Бо ин мақсад ҷорӣ намудани технологияҳои муосири тозакунии ва тақвияти назорати давлатӣ талаб мекунад. Баланд гардидани сатҳи ҷорӣ намудани механизмҳои ҳуқуқӣ ва институтсионалии идоракунии ҳамгироёнаи захираҳои об то 100% заминаи мустақами ҷамоҳангсозии байнисоҳай ва байниидоравиро фароҳам меорад.

Рақамикунонӣ ва мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим ин рақамикунонии соҳаи об то 80% расонида мешавад, ки ба баланд бардоштани шаффофият, дақиқии ҳисобгирӣ ва мониторинги захираҳо мусоидат менамояд.

Илова бар ин, зиёд намудани ҳиссаи минтақаҳои муҳофизатшуда аз хатари офатҳои табиӣ вобаста ба об (то 30%) нишон медиҳад, ки стратегияи миллии обӣ ҷанбаҳои мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим ва коҳиши хавфҳои офатҳоро ба иноват гирифтааст.

Натиҷаи таҳлилҳо нишон медиҳад, ки Стратегияи миллии об то соли 2040 ба модели рушди устувор барои таъмин намудани афзоиши истеъмоли захираҳои обӣ ва энергетикӣ бо баланд шудани самаранокии иқтисоди ва фарогири хизматрасониҳои обӣ таъмин мегардад. Рушди устувори экологӣ ва энергетикӣ тавассути идоракунии ва рақамикунонӣ тақвият меёбад.

Қайд намудан ба маврид аст, ки нишондиҳандаҳои пешбинишуда аз модели экстенсивии истифодаи захираи об ба модели инноватсионӣ ва устуворро инъикос менамояд, ки он ба

ҳадафҳои миллӣ ва байналмилалӣ рушди устувор мутобиқ мебошад. Таҳлили нишондиҳандаҳои ноилшавӣ ба ҳадафҳои Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи солҳои 2040 нишон медиҳад, ки сиёсати давлатӣ дар соҳаи об ба татбиқи модели рушди устувор, идоракунии ҳамгироёнаи захираҳои об ва мутобиқшавӣ ва тағйирёбии иқлим равона гардидааст.

Натиҷаи тадқиқот

Дар доираи ин тадқиқот самтҳои муҳимм мавриди омӯзиш қарор мегирад: - баланд шудани самаранокии иқтисодии истифодаи об, яъне офзоиши иловашуда ба ҳар 1м³ об нишон медиҳад, ки иқтисодиёт тадриҷан аз модели экстенсивии истифодаи захираҳо ба модели интенсивӣ ва инноватсионӣ мегузарад;

- фарогирии иҷтимоӣ ва бехтаршавии сифати зиндагӣ, яъне расидан ба дастрасии умумӣ ба оби ошомидани ва санитарӣ то соли 2040 ба бехтаршавии саломатии аҳоли ва коҳиши набаробарии иҷтимоӣ мусоидат мекунад;

- коҳиши талафоти об ва навсозии зерсохтор, паст гардидани талафоти об нишондиҳандаи баланд шудани самаранокии техникӣ ва идоракунии соҳа мебошад;

- интегратсияи ҷанбаҳои экологӣ ва энергетикӣ афзоиши иқтидори гидроэнергетикӣ дар баробари коҳиши партовҳои ифлос ба объектҳои обӣ нишон медиҳад, ки рушди соҳа бо риояи меъёрҳои экологӣ пешбинӣ шудааст;

Бо мақсади таъмини иҷрои босамари Стратегияи миллии об то соли 2040 якҷанд тавсияҳо пешниҳод карда мешавад. Аз қабилӣ:

- ҷалби сармоягузориҳои давлатӣ ва хусусӣ барои навсозии зерсохтори обтаъминкунӣ ва обёрӣ;

- тезонидани ҷорӣ намудани технологияҳои сарфакунандаи об, васеъ намудани истифодаи обёрии қатрагӣ ва боронӣ, ҷори намудани системаҳои интеллектуалии ҳисобгирӣ об;

- баланд бардоштани иқтидори институтсионалӣ, такмили ҳамоҳангсозии байниидоравӣ дар диораи (IWRM)- Integrated Water Resources Management, баланд бардоштани сатҳи тахассусии мутахассисони соҳа тавассути барномаҳои омӯзишӣ;

- тавсеаи рақамикунонӣ ва идоракунии маълумот, эҷоди пойгоҳи ягонаи иттилоотии соҳаи об, истифодаи технологияҳои GIS (Geographic Information System) ва системаҳои дурсанҷӣ барои идоракунии захираҳо;

- мутобиқшавӣ ва тағйирёбии иқлим, таҳияи барномаҳои коҳиши хавфи офатҳои табиӣ, баланд бардоштани устувории инфрасохтор ба шароити иқлимии тағйирёбанда.

Ҳамин тавр, Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2040 заминаи гузариш ба низомии устувор, самаранок ва шаффофии идоракунии захираҳои обро фароҳам меорад. Ноилшавӣ ба нишондиҳандаҳои пешбинишуда на танҳо рушди иқтисодӣ ва иҷтимоии кишварро таъмин менамояд, балки устувории экологӣ ва амнияти захираҳои обиро дар муҳлатҳои дароз тақвият мебахшад.

Хулоса

Дар хотима ҳаминро қайд менамоем, ки фикр ва пешниҳодҳои баррасишуда имкон медиҳанд, ки равнақи зарурии ҳамаи соҳаҳои энергетикаи Тоҷикистон асоснок баробар таъмин карда шаванд. Албатта, барои амалӣ намудани ҳадафҳои дарпешистода ва татбиқи онҳо ҷидду ҷаҳди зиёд, вақт ва ҳатман дастгирии бузурги молиявӣ аз ҷониби давлат лозим аст. Ба ҳамаи ин нигоҳ накарда, амалисозии ҷунин пешниҳодҳо воқеӣ аст ва ба Ҷумҳурии Тоҷикистон имкон медиҳад, ки дар ҳолати ҳалли комплекси ҷорабинӣҳои дар боло овардашуда оиди истифодаи оқилонаи захираҳои обӣ энергетикӣ, миёни ҷомеаи ҷаҳонӣ мавқеи сазоворро ишғол намоем. Ҳамзамон, ҷумҳурии соҳибистиклоли мо дар ояндаи наздик метавонад натавонад истиқлолияти пурраи энергетикӣ таъмин месозад, балки яке аз содиркунандагони бузурги захираҳои гидроэнергетикӣ дар минтақаи Осиёи Марказӣ ва дар миқёси ҷумҳуриҳои ҳамсояи наздик (Афғонистон, Покистон ва ғ.) гардад.

Муқарриз: Сафаров А.Х. – н.и.и., дотсенти қабедраи иқтисоди милли ва бехатарии иқтисодии ДМТ.

Адабиёт

1. Иштирок ва суҳанронии Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар нишастӣ сеюми пешвоёни эътилоф оид ба обу иқлим. [Захираҳои электронӣ]. - URL: <http://www.president.tj/node/28465>. (Санаи мурочиат 10.03 2026). матн. Расм: электронӣ.

2. Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон №375 аз 1 августи соли 2018 «Дар бораи дастгирии давлатии молиявии баъзе корхонаҳои энергетикаи ҷумҳурӣ» [Захираҳои электронӣ]. - URL: <https://mmih.adlia.tj/> (Санаи мурочиат 15.02. 2026). матн. Расм: электронӣ.

3. Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025 [Захираҳои электронӣ].- URL: <https://mmih.tj/> (Санаи мурочиат 23.02. 2026). матн. Расм: электронӣ.

4. Барномаи аз худ намудани манбаҳои барқароршавандаи энергия ва сохтмони нерӯгоҳҳои хурди барқи обӣ барои солҳои 2016 – 2020. [Захираҳои электронӣ]. – URL: <http://base.mmk.tj/> (Санаи мурочиат 30. 03. 2026). матн. Расм: электронӣ.

5. Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон [Захираҳои электронӣ]. – URL: <https://www.stat.tj/> (Санаи мурочиат 18.03. 2026). матн. Расм: электронӣ.

6. Стратегияи миллии оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2040.–с.39-40.[Захираҳои электронӣ]. – URL: <https://www.mewr.tj/> (Санаи мурочиат 15.03. 2026). матн. Расм: электронӣ.

7. Нақшаи чорабиниҳо оид ба амалӣ намудани лоиҳаҳои афзалиятнок дар соҳаи энергетикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2015-2020. [Захираҳои электронӣ]. – URL: <https://mmih.tj/> (Санаи мурочиат 8.04. 2026). матн. Расм: электронӣ.

8. Арифов Х.О. О водных спорах и строительстве больших плотин / Арифов Х.О. //Мелиорация и водные ресурсы: проблемы и пути их решения (Материалы научно-практической конференции, 25 декабря 2010 г.), Душанбе, 2010. - с – 226 с. 69 – 75.

9. Водообеспеченность мирового сельского хозяйства на воду для орошения. //Экономика сельского хозяйства России. - 2017. -№12. - С. 80-89.

10.Ибодуллоев А.Р., Вода - бесценное богатство и источники жизни. Таджикистан передовая страна в решении глобальных водных проблем / Ибодуллоев А.Р - Душанбе, Контраст, 2018. – с 303 С. 273 – 276.

11.Экоэкономика: Как создать экономику, сберегающую планету /Вступ. Сл. В.И. Данилова-Данильяна, Пер. с англ. - М.: Издательство «Весь Мир», 2003. – С - 392 с. 78.

12.Ахророва, А. Д. Влияние изменения климата и цифровизации на факторы формирования стоимости проектов малых гидроэлектростанций в Таджикистане / А. Д. Ахророва, Н. М. Камилова // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 1(73). – С. 123-129. – DOI 10.65599/III4378. – EDN DAIZYZ.

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

TJ	RU	EN
Ҳасанзода Сорбон Ҳасан	Хасанзода Сорбон Хасан	Hasanzoda Sorbon Hasan
ассистент	Ассистент	Assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: sorbon-2025@mail.ru		

НАҚШИ СОҶАИ КИШОВАРЗӢ ДАР ТАЪМИНИ АМНИЯТИ ОЗУҚАВОРИИ МАМЛАКАТ

М.Ҳ. Исайнова

Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон

Соҳаи кишоварзӣ яке аз бахшҳои муҳимтарини иқтисодиёти миллий ба ҳисоб рафта, дар таъмини амнияти озуқаворӣ мамлакат нақши калидӣ дорад. Рушди устувори соҳа имкон медиҳад, ки вобастагии мамлакат аз воридоти маҳсулоти озуқаворӣ коҳиш ёфта, сатҳи ҳудтаъминкунӣ баланд гардад. Кишоварзӣ ҳамчун соҳаи стратегӣ заминаи асосии таъмини амнияти озуқаворӣ буда, рушди ҳамаҷонибаи он ба баланд шудани сатҳи зиндагии аҳоли, устувори иқтисодӣ ва амнияти миллии мамлакат мусондат менамояд. Дар мақола нақши соҳаи кишоварзӣ дар таъмини амнияти озуқаворӣ мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Ҳаҷми истеҳсолоти минтақаҳои алоҳидан ҷумхури дар соҳаи кишоварзӣ, таносуби истеҳсоли маҳсулоти чорводорӣ дар минтақаҳо ва аз рӯи категорияҳои хоҷагҳои ҷумхури мавриди таҳлил қарор гирифтааст. Як қатор пешниҳодҳо барои боз ҳам беҳтару хубтар шудани соҳаи кишоварзӣ мамлакат оварда шудааст. Самтҳои асосии амалисозии рушди соҳаи кишоварзӣ ва нақши он дар таъмини амнияти озуқаворӣ асоснок ва пешниҳод гардидааст.

Калидвожаҳо: озуқа, амнияти озуқаворӣ, таъмини амнияти озуқаворӣ, кишоварзӣ, чорводорӣ, хоҷагӣ, минтақа, вилоят, истеҳсолот, маҳсулот.

РОЛЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

М.Х. Исайнова

Сельскохозяйственный сектор считается одним из важнейших секторов национальной экономики и играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Устойчивое развитие сектора позволяет стране снизить зависимость от импорта продовольствия и повысить уровень самообеспеченности. Сельское хозяйство, как стратегический сектор, является основной основой обеспечения продовольственной безопасности, а его комплексное развитие способствует повышению уровня жизни населения, экономической стабильности и национальной безопасности страны. В статье исследуется роль сельскохозяйственного сектора в обеспечении продовольственной безопасности. Анализируются объемы сельскохозяйственной продукции в отдельных регионах республики, соотношение животноводства в регионах и по категориям хозяйств республики. Выдвигается ряд предложений по дальнейшему совершенствованию и улучшению сельскохозяйственного сектора страны. Обосновываются и предлагаются основные направления реализации развития сельскохозяйственного сектора и его роли в обеспечении продовольственной безопасности.

Ключевые слова: продовольствие, продовольственная безопасность, обеспечение продовольственной безопасности, сельское хозяйство, животноводство, фермерское хозяйство, регион, производство, продукция.

THE IMPORTANCE OF AGRICULTURE PRODUCTION IN ENSURING THE COUNTRY'S FOOD SECURITY

M.Kh. Isaynova

The agricultural sector is considered one of the most important sectors of the national economy and plays a key role in ensuring the country's food security. Sustainable development of the sector allows the country to reduce its dependence on food imports and increase self-sufficiency. Agriculture, as a strategic sector, is the primary foundation for food security, and its comprehensive development contributes to improved living standards, economic stability, and national security. This article examines the role of the agricultural sector in ensuring food security. It analyzes agricultural production volumes in individual regions of the republic, the ratio of livestock production in the regions, and the types of farms within the republic. A number of proposals are put forward for further improvement and enhancement of the country's agricultural sector. Key areas for implementing the development of the agricultural sector and its role in ensuring food security are substantiated and proposed.

Keywords: food, food security, ensuring food security, agriculture, livestock, farm, region, region, production, products.

Муқаддима

Масъалаи таъмини амнияти озуқаворӣ дар шароити имрӯза, на танҳо ҳамчун самтҳои стратегии рушди иқтисодиёти мамлакат ба ҳисоб рафта, балки нақши худро дар сатҳи миллий аз даст надода, рӯз то рӯз аҳамияти глобалӣ низ пайдо намуда истодааст.

«Муаммоҳои таъмини муътадили амнияти озуқаворӣ аҳоли ҳамашаро дар мадди назари давлат қарор дошт, дорад ва хоҳад монд. Ин муаммо дар се даҳсолаи охир яке аз масъалаҳои аввалиндараҷа ва рӯзмарра миёни дигар муаммоҳои глобалӣ ба ҳисоб меравад» [1]. Тибқи маълумоти созмонҳои байналмилалӣ «Ташкилоти байналхалқии озуқаворӣ ва кишоварзӣ» дар соли 2025, тақрибан 673 миллион нафар дар саросари ҷаҳон бо гуруснагӣ дучор меоянд, ки тақрибан 8,2%-и аҳолии сайёраро ташкил медиҳад.

Бояд таъкид кард, ки масъалаи мазкур пайваста зери таваҷҷуҳи Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон буда, дар Паём 16 декабри соли 2025 дарқ карданд, ки «...бо вучуди тағйирёбии иқлим, аз ҷумла ҳарорати баланди ҳаво соли 2025 дар

натиҷаи захираи софдилони кишоварзони мамлакат суръати рушди соҳаи кишоварзӣ ба 8,5 Ҷоиз расида, фаровонии бозори истеҳсоли таъмин карда шуд. Ҳамчунин, сатҳи ҳифзи амнияти озуқаворӣ аз 60 Ҷоизи соли 2015 то 85 Ҷоиз дар соли 2025 зиёд гардид» [2].

Нишондиҳандаҳои таъмини амнияти озуқаворӣ, дар сарчашмаҳои соҳавӣ ва таҷриба чунин нишондҳоро дар бар мегирад: сатҳи истеҳсоли кишоварзӣ, сатҳи бо ҳудтаъминкунии озуқаворӣ, сатҳи нугувори истеҳсоли маҳсулотҳои муҳим ва дараҷаи имконоти дастрасии озуқа барои қисмати камбизоати аҳоли. Тибқи маълумоти омори соҳавӣ дар шароити Тоҷикистон беш аз 90% маҳсулоти соҳаи растанипарварӣ аз ҳисоби заминҳои обӣ ташаққул меёбад. Самаранокӣ ва ҳосили зироатҳои кишоварзӣ, аз ҷумла ғалла дар заминҳои обӣ (55-60 с/га, хоҷагии Ворӯхи ноҳияи Исфара, хоҷагии Шарораи шаҳри Ҳисор ва як қатор хоҷагиҳои ноҳияи Рӯдакиву шаҳри Ваҳдат) нисбат ба заминҳои обӣ (18-20 с/га) қариб се маротиба ва аз ин ҳам бештар мебошад.

Омӯзиши масъалаи нишон медиҳад, ки тибқи нишондодҳои ояндабинии соҳаи мазкур тибқи барномаҳо ва истифодаи самаранокӣ заминҳои обӣ дар давоми 10-15 оянда, аз таҳкими раванди рушди устувори иқтисодӣ, беҳсозии вазъи демографӣ, таҳким ва амалисозии низомии стандартҳои тарзи ҳаёти солим, инчунин беҳтар кардани вазъи моддии аҳоли ва рушди маҷмӯи соҳаҳои кишоварзӣ кишвар вобаста мебошад.

Ҳаҷми маҳсулоти умумии кишоварзӣ «дар ҷадвали 1 оварда шудааст» [3].

Ҷадвали 1 – Ҳаҷми маҳсулоти умумии кишоварзӣ дар моҳҳои январ-декабри соли 2024 (млн. сомонӣ ва Ҷоиз)

Минтақа	Бо нархҳои 2024	Бо нархҳои муқоисавӣ 2023	Афзоиш нисбат ба 2023, %	Ҳоҷагиҳои ҷамъиятӣ, %	Ҳоҷагиҳои деҳқонӣ, %	Ҳоҷагиҳои аҳоли, %
Ҷумҳурии Тоҷикистон (ҳамагӣ)	77529,8	73976,6	110,6	11,4	38,2	50,4
ВМКБ	1088,0	980,2	113,0	18,5	16,4	65,1
Вилояти Суғд	23573,6	22383,2	109,6	17,8	44,9	37,3
Вилояти Хатлон	41235,9	39148,4	110,0	7,8	35,1	57,1
НТҶ	11632,3	11464,8	113,4	11,0	37,4	51,6

Сарчашма: Ҷадвал аз ҷониби муаллиф, тибқи маълумоти омори таҳия шудааст.

Натиҷаҳои ҷадвал нишон медиҳанд, ки «...дар моҳҳои январ-декабри соли 2024 ҳаҷми умумии маҳсулоти кишоварзӣ дар ҳамаи шаклҳои хоҷагидорӣ ба 73976,6 млн. сомонӣ баробар шуда, нисбат ба соли 2023 бо нархҳои муқоисавӣ 10,6 Ҷоиз афзоиш ёфтааст. Ин афзоиш асосан ба ҳиссаи соҳаи растанипарварӣ (13,4 Ҷоиз) рост омада, рушди соҳаи чорвопарварӣ нисбатан сусттар (4,8 Ҷоиз) арзёбӣ мегардад. Дар сохтори истеҳсолот ҳиссаи асосӣ ба хоҷагиҳои аҳоли (50,4 Ҷоиз) рост меояд, ки ин аз нақши калидии бахши ғайрирасмӣ дар таъмини бозори озуқаворӣ шаҳодат медиҳад» [4]. Ҳиссаи хоҷагиҳои деҳқонӣ 38,2 Ҷоиз ва хоҷагиҳои ҷамъиятӣ ҳамагӣ 11,4 Ҷоизро ташкил медиҳанд.

Дар Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон ҳаҷми умумии маҳсулоти кишоварзӣ дар соли 2024 ба 980,2 млн сомонӣ баробар гардида, нисбат ба соли қаблӣ 13,0 Ҷоиз афзоиш ёфтааст. Рушди мазкур бештар аз ҳисоби растанипарварӣ (13,9 Ҷоиз) таъмин гардидааст. Ин минтақа дар муқоиса ба дигар минтақаҳо дар он аст, ки 65,1 Ҷоизи маҳсулоти кишоварзӣ дар хоҷагиҳои аҳоли истеҳсол мешавад. Ин ҳолат ба шароити кӯҳистонӣ, маҳдуд будани заминҳои қорам ва шакли анъанавии хоҷагидорӣ вобаста мебошад. Ҳиссаи хоҷагиҳои ҷамъиятӣ дар минтақа нисбатан баланд буда, 18,5 Ҷоизро ташкил медиҳад.

Вилояти Суғд яке аз минтақаҳои калидии кишоварзӣ ҷумҳурий буда, ҳаҷми умумии маҳсулот ба 22383,2 млн сомонӣ расидааст. Суръати афзоиш 9,6 Ҷоиз-ро ташкил медиҳад. Дар ин минтақа растанипарварӣ соҳаи бартариш буда, нишондиҳандаи афзоиши он 112,6 Ҷоизро ташкил медиҳад. Хусусияти муҳими вилояти Суғд дар он аст, ки 44,9 Ҷоизи маҳсулот аз ҳисоби хоҷагиҳои деҳқонӣ истеҳсол шуда, ин нишондиҳанда баландтарин дар ҷумҳурий ба ҳисоб меравад. Ҳиссаи хоҷагиҳои аҳоли нисбатан паст (37,3 Ҷоиз) мебошад, ки аз рушди шаклҳои муосири хоҷагидорӣ шаҳодат медиҳад.

Вилояти Хатлон дар соли 2024 бо ҳаҷми 39148,4 млн. сомонӣ пешсафи истеҳсоли маҳсулоти кишоварзӣ дар ҷумҳурӣ мебошад. Афзоиши солона 10,0 фоиз-ро ташкил медиҳад. Дар сохтори соҳа растанипарварӣ мавқеи асосӣ дорад, аммо дар чорвопарварӣ суръати рушд нисбатан паст (3,2 фоиз) ба назар мерасад. Аз ҳисоби хоҷагиҳои аҳолии бошад, 57,1 фоизи маҳсулот истеҳсол мегардад, ки вобастагии баланди минтақа аз истеҳсолоти хонаводагиро нишон медиҳад. Нишондандаҳои ҳиссаи хоҷагиҳои ҷамъиятӣ паст буда, 7,8 фоиз-ро ташкил медиҳад.

Дар шаҳру ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ (НТЧ) ҳаҷми умумии маҳсулоти кишоварзӣ 11464,8 млн. сомонӣ-ро ташкил дода, нисбат ба соли 2023 13,4 фоиз афзоиш ёфтааст, ки яке аз нишондиҳандаҳои баланд дар ҷумҳурӣ ба ҳисоб меравад. Рушди асосӣ ба соҳаи растанипарварӣ рост меояд, ки ин нишондиҳанда ба 15,6 фоиз расидааст. Дар сохтори истеҳсолот хоҷагиҳои аҳолии (51,6 фоиз) мавқеи асосиро ишғол менамоянд. Ҳиссаи хоҷагиҳои деҳқонӣ (37,4 фоиз) нисбатан устувор буда, имконияти рушди минбаъдаи онҳо вучуд дорад» [5].

Чадвали 2 – Ҳаҷми умумии растанипарварӣ дар моҳҳои январ–декабри соли 2024 (млн сомонӣ ва %)

Минтақа	Бо нархҳои 2024	Бо нархҳои муқоисавии 2023	Афзоиш, %	хоҷагиҳои Ҷамъиятӣ %	хоҷагиҳои Деҳқонӣ %	хоҷагиҳои Аҳолий %
Ҳамагӣ	51612,8	50984,8	107,5	11,3	52,6	36,1
ВМКБ	558,6	510,5	113,9	35,4	29,5	35,1
Суғд	16549,8	15471,6	112,6	14,4	60,7	24,9
Хатлон	27088,5	27352,0	115,6	10,0	48,4	41,6
НТЧ	7415,9	7650,7	115,6	8,1	53,2	38,7

Сарчашма: Чадвал аз ҷониби муаллиф, тибқи маълумоти омории таҳия шудааст.

Маълумотҳои чадвал нишон медиҳанд, ки дар моҳҳои январ–декабри соли 2024 ҳаҷми умумии маҳсулоти растанипарварӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон тамоюли афзоиши устуворро соҳиб гардидааст. Тибқи нархҳои ҷорӣ соли 2024 ҳаҷми истеҳсолот 51 612,8 млн сомонӣ-ро ташкил дода, бо нархҳои муқоисавии соли 2023 ин нишондиҳанда ба 50 984,8 млн сомонӣ баробар мебошад. Суръати афзоиши воқеии истеҳсолот 107,5 фоиз-ро ташкил дода, аз рушди мусбати соҳаи растанипарварӣ дар давраи таҳлилшаванда шаҳодат медиҳад.

Таҳлили минтақавии нишондиҳандаҳо нишон медиҳад, ки вилояти Хатлон ҳамчун минтақаи асосии истеҳсолкунандаи маҳсулоти растанипарварӣ баромад намуда, ҳаҷми истеҳсолот дар он 27 088,5 млн сомонӣ-ро ташкил медиҳад. Суръати афзоиш дар ин минтақа 115,6 фоиз буда, яке аз нишондиҳандаҳои баландтарин дар ҷумҳурӣ ба ҳисоб меравад. Ин ҳолат аз иқтисодии баланди истеҳсолӣ ва нақши калидии минтақа дар таъмини амнияти озуқавории кишвар дарак медиҳад.

Вилояти Суғд бо ҳаҷми истеҳсолоти 16 549,8 млн сомонӣ дар ҷойи дуюм қарор дошта, суръати афзоиш 112,6 фоиз-ро ташкил медиҳад. Ин нишондиҳандаҳо аҳамияти Суғдро ҳамчун минтақаи муҳими кишоварзӣ, махсусан дар истеҳсоли зироатҳои кишоварзӣ, тасдиқ менамоянд. Дар ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ ҳаҷми маҳсулоти растанипарварӣ ба 7 415,9 млн сомонӣ баробар буда, суръати афзоиш 115,6 фоиз-ро ташкил медиҳад, ки аз суръати нисбатан баланди рушди соҳа дар ин минтақа шаҳодат медиҳад. ВМКБ, новобаста аз ҳаҷми нисбатан ками истеҳсолот (558,6 млн сомонӣ), суръати афзоиши баланд (113,9 фоиз) нишон медиҳад, ки ин ба тадриҷан фаъол гардидани истеҳсолоти кишоварзӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ ишора мекунад.

Дар ҷумҳурӣ, «тақсироти ҳаҷми истеҳсолот аз рӯи шаклҳои хоҷагидорӣ нишон медиҳад, ки ҳиссаи асосии маҳсулоти растанипарварӣ ба хоҷагиҳои деҳқонӣ рост омада, 52,6 фоизро ташкил медиҳад. Хоҷагиҳои аҳолии бо ҳиссаи 36,1 фоиз ҷойи дуюмро ишғол намуда, дар таъмини бозори дохилӣ ва худтаъминкунии аҳолии нақши назаррас доранд. Ҳиссаи хоҷагиҳои ҷамъиятӣ бошад, нисбатан кам буда, ҳамагӣ 11,3 фоизро ташкил медиҳад» .

Тибқи тақсироти минтақавӣ, мавқеи хоҷагиҳои деҳқонӣ дар вилояти Суғд дар сатҳи 60,7 фоиз ва ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ то 53,2 фоиз бартарӣ дорад, дар ҳоле ки дар вилояти Хатлон ҳиссаи хоҷагиҳои аҳолии нисбатан баланд 41,6 фоиз мебошад. Дар ВМКБ саҳми хоҷагиҳои ҷамъиятӣ (35,4 фоиз) назаррас буда, ин хусусиятҳои табиӣ-иқлимӣ ва сохтори ташкилии истеҳсолотро инъикос менамояд.

Дар баробари рушди соҳаи кишоварзӣ, якчанд мушкилот ба самаранокии механизми таъмини амнияти озуқаворӣ таъсири манфӣ мерасонанд. Аз ҷумла, то ҳол дар баъзе хоҷагиҳои деҳқонӣ истифода бурдани техникаи кишоварзии кӯҳна ва фарсуда, гарон будани техникаи таҷҳизотҳои соҳа, сӯзишворӣ, тухмиҳо, нуриҳои минералӣ ва зотҳои чорво, инчунин зиёд будани миёнаравҳо байни истеҳсолкунанда ва истеъмолкунанда доир ба харид ва фурӯши маҳсулоти соҳа ба мушкилоти асосӣ табдил ёфтаанд. Илова бар ин, набудани иттилоъ дар бораи бозор ва нархҳо ва маҳдудияти имкони фурӯши маҳсулот дар бозорҳои дохилӣ ва хориҷӣ фаъолияти деҳқонро душвор мегардонад.

Ҳамзамон, иқтисодии нокифояи истеҳсолии хоҷагиҳои деҳқонӣ, ноустувории даромад аз таъсири иқлим, дастрасии маҳдуд ба қарз, хизматрасониҳо ва захираҳои зарурӣ, инчунин суҷуд будани назорати беҳатари озуқаворӣ ва ҳамкории нокифоя бо корхонаҳои коркард боиси коҳиши истеҳсолот мегардад.

Таҳлили сохтори истеҳсолот нишон медиҳад, ки ҳиссаи асосии маҳсулоти чорводорӣ ба хоҷагиҳои аҳоли рост меояд (82,1 фоиз дар маҷмӯъ). Ин ҳолат махсусан дар ВМКБ (97,9 фоиз) ва вилояти Хатлон (93,0 фоиз) возеҳ мушоҳида мегардад. Саҳми хоҷагиҳои ҷамъиятӣ дар сатҳи ҷумҳурӣ 11,8 фоизро ташкил медиҳад, ки бештар дар вилояти Суғд (25,3 фоиз) ва ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ (16,9 фоиз) мутамарказ шудааст. Ҳиссаи хоҷагиҳои деҳқонӣ дар ҳамаи минтақаҳо нисбатан паст буда, дар маҷмӯъ 6,1 % - ро ташкил медиҳад.

Ҷадвали 3 – Таносуби истеҳсоли маҳсулоти чорводорӣ дар минтақаҳо ва аз рӯи категорияҳои хоҷагиҳои ҷумҳурӣ дар моҳҳои январ - декабри соли 2024 (бо фоиз)

№	Ҳудудҳои мушаххас					Бо фоиз нисбат ба ҷамъбаст
		хоҷагиҳои ҷамъиятӣ	хоҷагиҳои деҳқонӣ	хоҷагиҳои аҳоли	ҳамагӣ	
		гӯшти чорвои калон ва майда (дар вазни зинда)				
	Ҷумҳурии Тоҷикистон	0,8	4,8	94,4	100,0	100,0
1	ВМКБ	0,2	2,9	96,9	100,0	2,6
2	Вилояти Суғд	0,2	6,5	93,3	100,0	19,9
3	Вилояти Хатлон	0,8	3,4	95,8	100,0	63,9
4	НТҚ	1,9	9,2	88,9	100,0	13,6
		Гӯшти паранда(дар вазни зинда)				
	Ҷумҳурии Тоҷикистон	77,8	2,3	19,9	100,0	100,0
1	ВМКБ	-	-	100,0	100,0	0,2
2	Вилояти Сғд	94,0	2,6	3,4	100,0	40,8
3	Вилояти Хатлон	52,5	4,5	43,0	100,0	26,8
4	НТҚ	78,8	0,2	21,0	100,0	32,2
		шир				
	Ҷумҳурии Тоҷикистон	1,0	4,7	94,3	100,0	100,0
1	ВМКБ	-	0,9	99,1	100,0	1,7
2	Вилояти Суғд	0,7	7,6	91,7	100,0	26,4
3	Вилояти Хатлон	0,4	3,5	96,1	100,0	51,4
4	НТҚ	3,2	4,2	92,6	100,0	20,5
		тӯхм				
	Ҷумҳурии Тоҷикистон	73,5	3,1	23,4	100,0	100,0
1	ВМКБ	-	-	100,0	100,0	0,3
2	Вилояти Суғд	86,6	3,3	10,1	100,0	60,8
3	Вилояти Хатлон	15,3	4,3	80,4	100,0	14,3
4	НТҚ	76,0	1,9	22,1	100,0	24,6
		асал				
	Ҷумҳурии Тоҷикистон	2,6	7,3	90,1	100,0	100,0
1	ВМКБ	0,8	0,2	99,1	100,0	1,3
2	Вилояти Суғд	1,2	1,7	97,1	100,0	32,8
3	Вилояти Хатлон	1,4	21,1	77,5	100,0	25,3
4	НТҚ	4,4	3,5	92,1	100,0	40,6

Сарчашма: Ҷадвал аз ҷониби муаллиф, тибқи маълумоти омӯри таҳия шудааст.

«Дар моҳҳои январ - декабри соли 2024 ҳаҷми истеҳсоли ғушти чорвои калон ва майда дар ҳамаи категорияҳои хоҷагӣ 368577 тоннаро ташкил медиҳад, ки нисбат ба соли 2023-юм 5,0 фоиз зиёд мебошад. Афзоиши истеҳсоли ғушти чорвои калон ва майда дар хоҷагҳои вилоятҳои Суғд 10,5 фоиз, Хатлон 4,8 фоиз, ВМКБ 2,1 фоиз зиёд шуда, дар шаҳру ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ бошад, 0,9 фоиз кам гардидааст. Дар давраи ҳисоботи истеҳсоли ғушти паранда дар ҳамаи категорияи хоҷагидор ба 47381 тоннаро ташкил додааст, ки нисбат ба соли гузашта 0,7 фоиз зиёд мебошад. Зиёдшавии истеҳсоли ғушти паранда дар вилояти Хатлон 4,3 фоиз (12706 тонна), Суғд ба 100,0 фоиз расида, 19332 тоннаро ташкил додааст, ВМКБ 58,1 фоиз (108 тонна) зиёд гардида, дар шаҳру ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ 1,5 фоиз кам шуда, ба 15236 тонна баробар гардидааст.

Ҳаҷми умумии истеҳсоли шир дар ҳамаи шаклҳои хоҷагидорӣ дар моҳҳои январ - декабри соли 2024 - ум 1177381 тоннаро ташкил намуд, ки нисбат ба ҳамаи давраи соли 2023 -юм 5,3 фоиз зиёд мебошад. Истеҳсоли шир дар вилоятҳои Суғд 6,0 фоиз, Хатлон 5,1 фоиз, ВМКБ 3,6 фоиз ва шаҳру ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ 4,9 фоиз афзудааст.

Дар моҳҳои январ - декабри соли 2024 ба миқдори 1265564 ҳазор дона тухм истеҳсол карда шудааст, ки нисбат ба ҳамаи давраи соли 2023-юм 3,4 фоиз зиёд мебошад.

Ҳаҷми истеҳсоли асал дар моҳҳои январ - декабри соли 2024 дар ҳамаи шаклҳои хоҷагидорӣ ҷумҳурӣ 4882,8 тоннаро ташкил намуд, ки дар муқоиса нисбат ба ҳамаи давраи соли гузашта 4,0 фоиз зиёд мебошад. Истеҳсоли асал дар хоҷагҳои вилоятҳои Суғд 1603,3 тонна, Хатлон 1233,5 тонна, ВМКБ 64,7 тонна ва шаҳру ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ бошад, 1981,3 тоннаро ташкил медиҳад [6].

Тибқи меъёрҳои тавсиявии физиологии истеъмолии маводи асосии озуқаворӣ ба ҳар нафар аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 31 августи соли 2018, № 451 тасдиқ шудааст, сатҳи таъминоти аҳолии бо маводи асосии истеъмолий ба ҳолати 1 январи соли 2025 дар қадвали 4 оварда шудааст.

Қадвали 4 – Истеъмолии маводи асосии озуқаворӣ ба ҳар нафар аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон (соли 2025)

№	Номгӯи маводи хурока	Меъёри истеъмолий, кг	Истеҳсол ба як нафар аҳолий, кг	Дараҷаи таъминот, фоиз
1	Нон ва маҳсулотҳои нонӣ	147,7	166	112,4
2	Картошка	92	126,9	137,9
3	Сабзавот ва полезиҳо	166,1	321,7	193,7
4	Мева, ангур ва буттамеваҳо	124,1	123,8	99,8
5	Ғушт ва маҳсулотҳои ғуштӣ	40,8	21	51,5
6	Шир ва маҳсулотҳои ширӣ	115,3	112	97,1
7	Тухм млн.дона	180 дона	135	75

Сарчашма: Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Вазорати кишоварзии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои соли 2025. – с. 4-5. <https://cfs.tj/static/media/barnomaho.c47b3cc0c04b650ddc3e.pdf>

Нишондиҳандаҳои дар қадвал овардашуда аз он шаҳодат медиҳанд, ки истеҳсоли дохилӣ аз ҳисоби нон ва маҳсулотҳои нонӣ, картошка, сабзавот ва полезиҳо на танҳо талаботи меъёрии аҳолиро қонеъ мегардонад, балки имконияти захиракунии ва содироти ин намуди маҳсулот низ вучуд дорад.

Ҳамзамон, дар гурӯҳи дигари маводи озуқаворӣ норасоии баъзе маҳсулотҳо ба мушоҳида мерасад. [7].

Таҷрибаи ҷаҳонӣ аз он гувоҳи медиҳад, ки нақши соҳаи кишоварзӣ дар таъмини амнияти озуқаворӣ кишварҳои дунё назаррас буда, шумораи гуруснагон дар ҷаҳон тамоюли ру ба зиёдшавӣ доранд. Масалан, тибқи арзёбиҳои Ташкилоти байналмилалӣ озуқаворӣ ва кишоварзӣ (ҶАО) “дар охири соли 2019, 820 миллион нафар, яъне 8,9 % аҳолии кураи замин пеш аз пандемияи COVID-19 ғизои кофӣ намегирифтанд. Қобили қайд аст, ки маълумотҳои нав дар бораи аҳолии таъмини озуқаворӣ ва муҳимтар аз ҳама ба натиҷаҳои пурсиши нави хонаводаҳо асос ёфтаанд. Ташкилоти ҶАО нобаробарӣ дар истеъмоли ғизо барои 13 кишвар, аз он ҷумла барои Ҷумҳурии Мардумии Чин, ки нишондиҳандаҳои камғизоӣ аз соли 2000 инҷониб аз нав дида

баромада шудаанд, ислоҳ карданд, ки ин аз натиҷаи маълумотҳо оид ба баланд гардидани шумораи умумии аҳолии камғизо дар ин кишвар гувоҳи медиҳад [8].

Сабаби чунин ҳолатро муҳаққиқон дар он маънидод менамоянд, ки шумораи аҳолии Ҷумҳурии Мардумии Чин аз панҷ як ҳиссаи аҳолии кураи заминро ташкил медиҳад. Аммо мутаасифона, тамоюле, ки дар нашрияҳои қабли қайд шуда буданд, тағйир наёфтааст, яъне аз соли 2014 инҷониб шумораи одамоне, ки аз гуруснагӣ азият мекашанд, суст ҳам бошад афзудааст. Таҳлилҳои нави омӯрӣ дар соли 2019 нишон медиҳанд, ки шумораи «аҳолии камғизо» дар Ҷумҳурии Мардумии Чин аз соли 2014 то инҷониб ба миқдори 60 миллион нафар афзудааст. Агар ин тамоюл ҳамин тавр идома ёбад, он гоҳ то соли 2030 шумораи одамони гурусна дар сайёра аз 840 миллион нафар хоҳад гузашт. Аз ин бармеояд, ки ҳатто бидуни назардошти афзоиши эҳтимолии шумораи гуруснагон аз ҳисоби пандемия (COVID-19), дар кураи Замин вақт нокифоягӣ менамояд, барои кам намудани шумораи гуруснагон тақрибан на камтар аз 800 млн. одам.

Тавре, ки имрӯзҳо чор муассисаи Созмони милалӣ Муттаҳид маълумот медиҳад, дар соли 2023 аз нокифоягии шадиди маводи озуқа дар давлати Яман шумораи зиёди мардум азият мекашанд ва тибқи дурнамоҳо агар ин тамоюл ҳамин тавр идома ёбад, он гоҳ то охири ҳамин сол ин нишондиҳанда ба 2,3 миллион мерасад, ки аз ин миқдор 400 ҳазор нафари онҳо асосан кудакони то 5-сола мебошад. Мувофиқи маълумотҳои охирин гузориш дар бораи сатҳи шадиднокии кифоягии маводи озуқа тибқи Ташкилоти байналмилалӣ кишоварзӣ ва озуқаворӣ (ФАО) Ҳазинаи кудакони Созмони миллалӣ Муттаҳид (ЮНИСЕФ), Барномаи ҷаҳонии ғизо (ВПП), Ташкилоти умумиҷаҳонии тандурусти (ВОЗ) ва дигар шарикон, афзоиши нишондиҳандаҳои шадидноки нокифоягии маводи озуқаворӣ сатҳи вазнин дар кудакони то синни панҷсола ба назар мерасад, ки нисбат ба соли 2020 16 ва 22 % мутаносибан зиёд мебошад [9].

Масалан имрӯзҳо тахминан 21,3% (144,0 миллион) кудакони то 5-сола қадпаст буда, 6,9% (47,0 миллион) вазни кам, 5,6% (38,3 миллион) вазни зиёдатӣ доштанд ва зиёда аз 340 миллион кудак дар саросари ҷаҳон аз ғизои истеъмолкунандаи худ ба миқдори кофӣ микроэлементҳо намегиранд⁵. Вале хушбахтона ва боиси рӯҳбаландист, ки дар байни солҳои 2000 ва 2020, паҳншавии қадпастӣ дар саросари ҷаҳон сеяк коҳиш ёфтааст. Аммо мутаасифона бо вучуди ҳамаи ин, ҷаҳон дар роҳи қонеъ кардани мушкилоти глобалии озуқаворӣ то соли 2030 ғаъол нест, алахусус барои коҳиш додани паҳншавии вазни ками таваллуд, лоғарӣ ва вазни зиёдатӣ. Ғайр аз он, ҳиссаи калонсолоне, ки аз фарбеҳшавӣ азият мекашанд, дар ҳама минтақаҳо меафзояд. Ҳатто бидуни назардошти оқибатҳои таназзул (буҳрон)-и ҷаҳонӣ, ояндабинҳои барои соли 2030 ба таври возеҳ нишон медиҳанд, ки талошҳо барои хотима бахшидан ба норасоии маводи камғизо ва кам намудани шумораи гуруснагон дар баъе аз манотиқи дунё дар даҳ соли оянда кофӣ нестанд.

Вобастагии таъминоти маҳсулоти озуқаворӣ аз воридоти баъзе намуди маҳсулот аз хориҷи ҷумҳурӣ танзими нархи бозори истеъмолиро мушкил гардонид, барои дастрасии аҳоли ба онҳо таъсири манфӣ мерасонад. Илова бар ин, тибқи пешгӯиҳои дар асоси маълумоти созмонҳои байналмилалӣ маълум мегардад, ки нархҳо барои маводди ҳурукворӣ вобаста ба мураккабшавии вазъи сиёсии байналмилалӣ, шиддат гирифтани авзои геосиёсӣ ҳарбӣ, буҳронҳои молиявӣ иқтисодӣ, инчунин мушкилоти марбут ба тағйирёбии иқлим дар солҳои минбаъда сол ба сол афзоиш хоҳад ёфт.

Дар асоси пешгӯиҳои вазъи иқтисодӣ ҷаҳонӣ болоравии нархи гандум ба ҳисоби миёна ҳамасола 4 ҷойро ташкил намуда, то соли 2030 ба 500 доллари ИМА барои як тонна баробар мешавад. Дар солҳои алоҳида бо дарназардошти шароитҳои иқлимӣ нархи гандум то соли 2030 метавонад тағйирпазир гардад. Бозори ғалла, орд ва маҳсулоти нонӣ дар Тоҷикистон нисбати устувории нархҳо хело ҳассос буда, он бештар аз воридоти маҳсулот вобастагӣ дорад. Суръати болоравии нарх ба маҳсулоти асосии озуқаворӣ, махсусан ба гандум ва орд, дастрасии аҳолиро ба ин намуди маҳсулот мушкил мегардонад [10].

Барои таъмин намудани амнияти озуқаворӣ мамлакат, меъёрҳои ратсионалии маҳсулотҳои озуқаворӣ зарур аст, ки бо роҳи танзими давлатии озуқаворӣ мамлакат метавонад амалӣ карда шавад, ки ду сатҳро фаро мегирад. Яъне кифоя будани озуқаворӣ мамлакат, ки

барои ҳисобҳои иҷтимоӣ иқтисодӣ дар шароити мӯтадил истифода бурда мешавад, ва инчунин таъминоти ҳадди ақали озуқаворӣ барои таъминоти аҳоли бо азуқа дар ҳолатҳои фавқулодаи мамлакат.

Натиҷаи тадқиқот

Дар доираи тадқиқот, самтҳои зерин мавриди омӯзиш қарор гирифта, барои таъмини беҳатарии озуқаворӣ дар мамлакат бояд ҷорабиниҳои зерин пайваста амалӣ гардад:

- муайян намудани сатҳи даромаднокии аҳоли ва нархҳо дар асоси талабот, барои таъмини дастрасии онҳо ба маҳсулоти озуқаворӣ дар шароити тағйирёбандаи нархҳо;
- дар асоси амалисозии модели гузариш аз ҷумҳурии аграрӣ ба саноатӣ-аграрӣ, муайяннамоии арзиши аслии маҳсулоти кишоварзӣ, коркард, нархҳои дастрас ва то ба истеъмолкунанда расонидани маҳсулоти соҳа;
- бо дарназардошти воридоти маҳсулоти озуқаворӣ муайян намудани низоми нархҳои имтиёзноки гумрукӣ ва имтиёзҳои махсус, ки аз як тараф сатҳи мӯтадили ҳифзи истеҳсолоти аграрӣ ва аз тарафи дигар диверсификатсияи рақобатпазирии маҳсулоти воридотиро таъмин карда метавонад;
- ҷонок намудани фаъолияти марказҳои миллии ташхиси беҳатарии озуқаворӣ дар шаҳру ноҳияҳо ва бозорҳои истеъмоли мувофиқи талаботи Созмони умумиҷоҳонии солимии ҳайвонот, низоми ХАСПП (Низоми таҳлили хатарҳо ва назорат дар нуқтаҳои назорати таҳдидомез), стандартҳои ИСО-2200 ва дигар қоидаву меъёрҳои санитарияи гигиенӣ;
- ташкил ва баргузориҳои ҷорабиниҳо дар самти дастрас намудани таҷҳизоти муосир ва омода намудани кадрҳои баландихтисоси соҳа;
- дар сатҳи зарурӣ ташкили захиранамоеии маҳсулоти соҳаи кишоварзӣ, ташаккули иқтидорҳо барои нигоҳдории маҳсулоти кишоварзӣ;
- дар сатҳи лозими азнавтҷҳизонидан ва ташаккул додани иқтидорҳо барои коркард ва нигоҳдории захираҳои маҳсулоти озуқаворӣ, ташкили шароитҳои мусоиди нигоҳдории маҳсулот, корхонаҳои коркард, марказҳои савдою логистикӣ, амалисозии ҷорабиниҳо оид ба ташаккули сандуқи сармоягузори ба сохтмон ва таҷдиди анборҳои нигоҳдории маҳсулот раवонагардида;
- идоракунии воридот ва содироти маҳсулоти озуқаворӣ дар доираи Стратегияи миллии рушд барои давраи то соли 2030 ва Барномаи давлатии рушди содироти Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2026-2030, ки вазифаҳои зеринро пешбинӣ менамояд: кам кардани вобастагӣ аз маҳсулоти воридотии озуқаворӣ; таъмини рушди истеҳсоли маҳсулоти озуқаворӣ содиротӣ ва воридотивазкунанда бо роҳи ҳавасмандкунии истеҳсолкунанда ва содироткунанда; баланд бардоштани қобилияти рақобатпазирии истеҳсолкунандаи ватании маҳсулоти озуқаворӣ дар бозорҳои истеъмолии дохила ва беруна.

Хулоса

Дар маҷмӯъ, қайд намудан ба маврид аст, ки барои ҳалли масъалаҳои озуқаворӣ амалинамоии ҷорабиниҳои комплексӣ зурур аст. Барои ноил гардидан ба ин мақсад зарур аст, ки ҳамкориҳои давлатӣ-хусусӣ мустақам гардад ва инчунин ислоҳоти институтсионалӣ ба рушди захираҳои инсонии мамлакат ва минтақаҳои алоҳида гузаронида шавад, ки пеш аз ҳама ба натиҷаи истифодаи самараноки заминҳои қорам, аз он ҷумла заминҳои обӣ ва истифодаи технологияҳои муосири коркарди маҳсулотҳои кишоварзӣ дар соҳаи комплекси агросаноатӣ вобаста мебошад. Дар натиҷаи таҳқиқоти анҷомдодашуда муайян гардид, ки соҳаи кишоварзӣ ҳамчун яке аз бахшҳои муҳими иқтисоди миллӣ дар таъмини амнияти озуқаворӣ мамлакат нақши калидӣ дорад. Рушди устувори истеҳсолоти кишоварзӣ имконият фароҳам меорад, ки талаботи аҳоли ба маҳсулоти асосии озуқаворӣ аз ҳисоби истеҳсолоти ватанӣ қонеъ гардида, вобастагӣ аз воридоти маҳсулоти ғизоӣ коҳиш дода шавад. Дар шароити афзоиши аҳоли, тағйирёбии иқлим, ноустувории бозорҳои ҷаҳонӣ ва таҳдидҳои геосиёсӣ масъалаи таҳкими амнияти озуқаворӣ аҳамияти бештар касб менамояд.

Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои имкониятҳои назарраси рушди соҳаи кишоварзӣ мебошад, вале истифодаи нокифояи технологияҳои муосир, маҳдудияти захираҳои обу замин, сатҳи пасти коркарди маҳсулоти кишоварзӣ, дастрасии маҳдуд ба сармоягузорӣ ва инфрасохтори нокифоя рушди пурраи иқтидори соҳаро маҳдуд месозанд. Аз ин рӯ, баланд бардоштани ҳосилнокии меҳнат, ҷорӣ намудани технологияҳои инноватсионӣ, рушди

инфрасохтори аграрӣ, дастгирии давлатии истеҳсолкунандагон ва тақвияти ҳамкориҳои илм ва истеҳсолот аз самтҳои афзалиятноки сиёсати аграрӣ ба ҳисоб мераванд.

Ҳамин тавр, таъмини амнияти озуқаворӣ мамлакат бе рушди ҳамаҷониба ва рақобатпазири соҳаи кишоварзӣ имконнопазир мебошад. Татбиқи сиёсати самараноки давлатӣ дар самти дастгирии бахши аграрӣ, истифодаи оқилонаи захираҳои табиӣ ва баланд бардоштани самаранокии истеҳсолот метавонад ба таҳкими истиқлолияти озуқаворӣ, беҳтар гардидани сатҳи зиндагии аҳоли ва рушди устувори иқтисоди миллӣ мусоидат намояд. Дар маҷмӯъ, соҳаи кишоварзӣ на танҳо манбаи истеҳсоли маҳсулоти ғизоӣ, балки яке аз омилҳои муҳими таъмини амнияти иқтисодӣ ва иҷтимоӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон ба шумор меравад.

Муқарриз: Сафаров А.Х. – н.и.у., дотсенти қадфедраи иқтисоди милли ва бехатарии иқтисодии ДМҶТ.

Адабиёт

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон «Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ», 16 декабри соли 2025. шаҳри Душанбе «Шарқи озод», 2025.- 48с
2. Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи то соли 2030. Бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 1 марти соли 2018 №76 тасдиқ шудааст. [Захираҳои электронӣ]. URL: <https://mfa.tj/> (Санаи мурочиат 18. 02. 2026). матн. Расм: электронӣ.
3. Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон [Захираҳои электронӣ]. - URL: <https://www.stat.tj/> (Санаи мурочиат 23. 02. 2026). матн. Расм: электронӣ.
4. Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Барномаи бехатарии озуқаворӣ ва камбизоатӣ №2-2024. [Захираҳои электронӣ]. - URL: <https://www.stat.tj/> (Санаи мурочиат 6. 03. 2026). матн. Расм: электронӣ.
5. Кумитаи бехатарии озуқаворӣ назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон [Захираҳои электронӣ]. - URL: <https://cfs.tj/> (Санаи мурочиат 10. 03. 2026). матн. Расм: электронӣ.
6. Кумитаи бехатарии озуқаворӣ назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон [Захираҳои электронӣ]. - URL: <https://cfs.tj/> (Санаи мурочиат 4. 04. 2026). матн. Расм: электронӣ.
7. Бюджетные вопросы. Специальная серия публикаций по мерам налогово-бюджетной политики в ответ на COVID-19. - Специальная серия публикаций выпускается экспертами МВФ для помощи странам-членам в преодолении экономических последствий COVID-19, 2020. URL: <https://www.imf.org/-/media/files/publications/covid19> (Санаи мурочиат 26. 03. 2026). матн. Расм: электронӣ.
8. Святова О.В., Жиликов Д.И., Плахутина Ю.В., Петрушина О.В., Лисицына Ю.В. Экспорт как этап дальнейшей реализации политики импортозамещения. //Международный сельскохозяйственный журнал. -М. -2021. - №5. – с. 41-45.
9. Головина С.Г. Развития фермерство в США: современный опыт и проблемы. Головина С.Г., Миколайчик И.Н., Абилова Е.В., Смирнова А.Н. // //Международный сельскохозяйственный журнал. -М. -2021. -№4. - С.288-301.
10. Исайнова М. Ҳ. Таъмини амнияти озуқаворӣ минтақа: мушкилоти ҷойдошта ва роҳҳои ҳал (дар мисоли Ноҳияҳои тобеи Ҷумҳурӣ). Монография. Душанбе 2024. – с 67-69.
11. Исайнова, М. Х. Муаммоҳои озуқаворӣ: Ҷанбаҳои глобалӣ ва миллӣ / М. Х. Исайнова // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2025. – №. 4(72). – Р. 92-96. – DOI 10.65599/SVIQ1346. – EDN FMTNOR.

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

TJ	RU	EN
Исайнова Манижа Хисайновна	Исайнова Манижа Хисайновна	Isaynova Manizha Khisainovna
н.и.и., муаллими калон	к.э.н. старший преподаватель	PhD in Economics, Senior Lecturer
ДДМИТ	ТГФЭУ	TSFEU
Email: isainova9595@mail.ru		

МАНБАЪ, ДУРНАМО ВА РУШДИ ИҚТИСОДИИ СОҲАИ МЕТАЛЛҲОИ НОДИРИ ТОҶИКИСТОН

И.Х. Халилов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Мақолаи мазкур фарогири вазъи кунунии саноати металлургия, бахусус металлҳои нодир ватанӣ, манбаъ ва дурнамои рушди иқтисодии он мебошад. Дар ҷаҳони муосир технологияи рақамӣ рушди бемайлони касб намуда, воридшавӣ ба иқтисодиёти сабз идома дорад, талабот ба маводҳои нефтӣ коҳиш ва ҷойи онро металлҳои нодир соҳиб мегарданд. Барои Тоҷикистон хушбахтона давраи тиллоӣ оғоз меёбад, зеро қазри заминӣ мо дорои захираҳои бойи ҷунин металлҳо баҳо дода мешавад. Бешак, ҷаҳони имрӯза ниёзи зиёд ба соҳаи металлургия дорад, рушди соҳа метавонад саҳми худро ба таври назаррас ба иқтисодиёти миллий гузаронад.

Калидвожаҳо: технологияи рақамӣ, маводҳои нефтӣ, иқтисодиёти сабз, муҳити зист, канданиҳои ғоиданок, саноати металлургия, металлҳои нодир, захира, талабот, соҳа, рушд, саҳм.

ИСТОЧНИКИ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СЕКТОРА РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ТАДЖИКИСТАНА

И.Х.Халилов

В данной статье рассматривается текущее состояние металлургической промышленности, особенно в сфере добычи и переработки редких металлов в стране, ее источники и перспективы экономического развития. В современном мире цифровые технологии развиваются стремительно, продолжается переход к «зеленой экономике», снижается спрос на нефтепродукты, а редкие металлы занимают их место. К счастью, для Таджикистана начинается золотая эра, поскольку, по оценкам, наши недра содержат богатые запасы таких металлов. Несомненно, в современном мире существует огромная потребность в металлургической промышленности, и развитие этой отрасли может внести существенный вклад в национальную экономику.

Ключевые слова: цифровые технологии, нефтепродукты, зеленая экономика, окружающая среда, полезные ископаемые, металлургическая промышленность, редкие металлы, ресурсы, спрос, промышленность, развитие, вклад.

SOURCES, PROSPECTS AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE RARE METALS SECTOR IN TAJIKISTAN

I.Kh. Khalilov

This article examines the current state of the metallurgical industry, especially in the field of rare metal mining and processing in the country, its sources and prospects for economic development. In today's world, digital technologies are developing rapidly, the transition to a green economy continues, demand for petroleum products is declining, and rare metals are taking their place. Fortunately, a golden era is beginning for Tajikistan, as our subsoil is estimated to contain rich reserves of such metals. Undoubtedly, in the modern world there is a huge need for the metallurgical industry, and the development of this industry can make a significant contribution to the national economy.

Keywords: digital technologies, petroleum products, green economy, environment, minerals, metallurgy industry, rare metals, resources, demand, industry, development, contribution.

Муқаддима

Бартарафсозии муаммоҳои иқтисодиву экологии охири садаи XX ва оғози XXI имрӯзи ҷаҳони муосирро фарогир гаштаву ҳалли саривақтии онро тақозо месозад. Дар баробари манфиатҳои иқтисодӣ, нигоҳдошту ҳифзи муҳити зист масоили умдаи ҷаҳонӣ гардида, ҷомеаи башар муҳимияти онро эҳсос месозанд ва бинобар ин боиси омӯзишу тадқиқотҳои олимону корбарони доираи васеъ қарор ёфтааст [6].

Бо ҳисси ифтихори баланд метавонем баён созем, ки Асосгузори сулҳу ваҳдатӣ миллий – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон, хушбахтона падидаҳои болозикро бо асоснокиву ҳалталабӣ оқилонаву дурбинона дар минбарҳои баланди арсаи байналмиллалӣ барои омӯзишу бартарафсозӣ пешниҳод сохтаанд, ки ҳамовозии ҷаҳониро касб сохтааст. Бо ғазилату хиради башардӯстонаи Пешвои миллат, Истиқолияти Тоҷикистони азиз поянда гардида, сармоягузори ҷаҳонӣ моро на танҳо бо кӯҳҳои сарбафалаку чашмасори соф, ёдгориҳову тамаддуни таърихӣ, табиати нотакрору дилфиреб ва боз бо захираҳои бойи беҳамтояш таваҷҷуҳу эътироф карда истодаанд [1].

Дар шароити имрӯзаи рушди технологияи муосири насли рақамӣ, гузариш ба иқтисоди сабз идома ёфта, эҳтиёҷ ба маҳсулотҳои нефтӣ коҳиш ва металлҳои нодир ҷойи онро мегиранд. Эҳтимоли мусоид барои нумӯи назарраси саноати миллий пайдо мегардад, зеро Тоҷикистон бо захираҳои ҷунин металлҳои рангаву нодир мақоми арзанда дошта, ниёзу талаботи ҷаҳонӣ ба ин намуди маводҳо дар ҳоли рушд қарор дорад [4].

Пайваста коҳиши захираҳои нефту газ ва таъсиру паёмадҳои нигаронкунандаи он ба экологияву муҳити зист аз истифодабарандагони ҷаҳон тақозо менамояд, ки сарчашмаҳои мухталифи беэиёро омӯхтаву истифода намоянд. Амалишавии ин самти муҳими соҳа аз истифодаи самараноки коркарди технологияи металлҳои нодирӣ заминӣ алоқамандии калидӣ дорад, аммо бар замми талаботи зиёд имрӯзҳо дастрасӣ ба ин захираҳо душвор боқӣ мемонад [3].

Босуръат ҷоригардии технологияҳои муосири рақамиву рушди саноати электроника коркарду истифодаи азими металлҳои нодирӣ заминӣ ва унсурҳои (элемент) зиёди кимиёвиро тақозо месозад.

Таҳлилгарони ин масоил металлҳои нодирӣ заминиро “витамины иқтисодиёти муосир” номгузорӣ кардаанд. Муҳимияти хоси он сабаби доимии ҷустуҷӯ, кашф, коркард ва содироти пайваста гаштааст.

Хушбахтона, кишвари азими мо - Тоҷикистон дорои захираҳои бойи чунин металлҳо шинохта гардида, ба рушди ин соҳаи хеле муҳим ва дар умум ба иқтисодиёти миллӣ метавон умед баст. Нишондиҳандаҳои асосии иқтисодӣ, инчунин сохтори манбаъҳои соҳаи болозикро дар ҷадвали зер (ҷадвали 1) пешниҳод месозем.

Ҷадвали 1 – Манбаъ, дурнамо ва нишондиҳандаҳои иқтисодии соҳа

Самтҳои калидии соҳа	Нишондиҳандаҳо ва тавсифи соҳавии он	Дурнамо ва аҳамияти иқтисодии соҳа
Манбаъ, захираҳо ва нишондиҳандаҳои иқтисодии соҳа	• 15 адад майдонҳои нав бо нишондиҳандаҳои ме-таллҳои нодирӣ кашф гардидаанд. • Дорои захираи азими литий, тантал, ниобий, сурмаву волфрам мебо-шанд. • Дар минтақаҳои Помири Шарқиву Тоҷикистони Марказӣ конҳои асосӣ ҷой-гиранд.	• Таъминсозандаи истиқ-лолияти ашъи хоми саноатӣ. • Дар бозори ҷаҳонӣ табдилсозандаи кишвар ба таъмингарони асосии металлҳои нодирӣ.
Ҳолати имрӯзаи соҳа	• Дар доираи “Барномаи давлатии омӯзиш ва арзёбии захираҳои металл-ҳои нодирӣ идомаёбии корҳои геологӣ”. • Истихроҷи сурмаву воридшавӣ ба занҷираи коркарди ҷаҳонӣ.	• Ҷалбсозии сармояи мустақими хориҷӣ ба бахши соҳаи кӯҳкорӣ. • Дар минтақаҳои кӯҳис-тони кишвар таъсиси ҷойҳои нави корӣ.
Дурнамои рушдӣ	• Гузариш ба коркарди пурраи дохилӣ аз содироти ашъи хоми концентрат. • Дар технологияҳои “сабз” ва электроника истифода-созии иқтидорҳои металл-ҳои нодирӣ.	• Дар ММД-и ҷумҳурӣ афзоишдиҳии ҳаҷми содиротӣ ва баланд-бардории ҳиссаи соҳа. • Таъмини рушди бемай-лони инноватсионии саноа-ти миллӣ.

Мавод ва методҳо

Тоҷикистон дар манотиқи осӣи марказӣ ҳамчун кишвари дорои захираҳои азими унсурҳои кимиёвӣ шинохта шудааст. Аз нишондодӣ Саридораи геологияи ҷумҳурӣ қариб 700 адад конҳои миёнаву калони унсурҳои арзишноки табиидошта кашф гардидааст. Қазри замини кишвар аз унсурҳои полиметаллӣ, асилу нодир бой арзёбӣ гашта, захираи волфраму литий, синку сурб, висмуту молибден, мису тилло, нуқраву сурма, симобу қалъагӣ, урану оҳан, марганесу магний ва аз дигар металлҳои содиротшаванда бой мебошад [2].

Ҷиҳати ноилшавӣ ба мақсадҳои таҳқиқотӣ, маҷмӯи усулҳои пайдарпайи илмиву иқтисодӣ ва пойгоҳи иттилоотиро дар зер (ҷадвали 2) пешниҳод месозем.

Дар қаламрави Тоҷикистон чор қитъаи маъдани тилло бо ҳашдаҳ майдони дурнамодоштаи умедбахш муйян гардида, маҷмуан бисту ҳашт адад кони тилло омӯхта шудааст.

Шимоли кишвар дорои захираи бузурги маъдани оҳан буда, дақиқан он ба нишебиҳои ҷанубии қаторкӯҳҳои Курама рост меояд. Конҳои азими маъданҳои полиметаллӣ бошад, дар қитъаи шимолу марказии Тоҷикистон ҷойгиру кашф гардидаанд.

Конҳои асосӣ дар қаторкӯҳҳои Қарамазор, Олтин-Топкану Тянь-Шанӣ ҷанубу ғарбии наздик ба марзи Ҷумҳурии Ўзбекистон кашф шудаанд. Захираи сурби тасдиқгардида баробар ба 1,8 миллион тонна ва руҳ бошад ба 4,66 миллион тонна баҳогузори мегардад. Захираи нукра 44 ҳазор тоннаро ташкил дода, дар ҷаҳон Тоҷикистон тибқи ин нишондод мақоми панҷумро ишғол месозад [2].

Ҷадвали 2 – Таъсифи мавод ва усулҳои таҳқиқотии соҳаи металлҳои нодири Тоҷикистон

Усул ва гурӯҳи маводҳо	Усулҳои таҳқиқотӣ	Таркиби манбаъ ва маводҳо	Натиҷа пас аз татбиқ
Усулҳои ҷамъоварандаи маводи омори ҳуқуқӣ	• Арзёбии сохторӣ ва ҳуқуқӣ • Компилятсияву мониторинги ҳуҷ-ҷатҳо	• “Барномаи давлатии омӯзиш ва арзёбии захираҳои металлҳои нодир барои солҳои 2016–2026”).	Муайянсозии зами-наҳои меъёрии ҳу-қуқӣ ва харитаи асосии конҳои кишвар.
Усулҳои таҳлил-созии иқтисодиву риёзӣ ва омӯрӣ	• Таҳлили муқоиса-вӣю динамикӣ • Гурӯҳбандии омӯрӣ	• Маълумот аз Агентии омори назди Президенти ҶТ. • ҳаҷми содирот ва сармоягузориҳои хориҷӣ, нишон-диҳандаҳои макро-иқтисодии ММД.	Дар иқтисоди миллӣ арзёбии саҳми кунунии соҳаи кӯҳкориву тамоюли афзоиши он.
Усулҳои дурнамасозии иқтисодӣ	• Моделсозии эконо-метрикӣ • Геоиқтисодӣ ва системавӣ	• Дурнамои Вазо-рати рушди иқти-сод ва савдои ҶТ. • Стратегияи мил-лии рушди ҶТ барои давраи то соли 2030.	Коркарди барно-маи рушди иқтисо-дии соҳа ва пешгӯии ҳаҷми содиротии металл-ҳои нодир.

Бо нишондиҳандаҳои захираи маъдани сурмаву симоб бошад, Ҷумҳурии Тоҷикистон дар байни давлатҳои пасошӯравӣ мақоми аввалро соҳиб аст [3].

Дар Ҷумҳурӣ бо назардошти талаботу тамоюли давраи афзоиши эҳтиёҷоти унсурҳои нодири заминӣ, ба саноати маъдантозакунии диққати махсус зоҳир гашта, рушди он эҳсос мегардад.

Ҳанӯз моҳи декабри соли 2023 Асосгузори сулҳу ваҳдатӣ миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон, дар Паёми худ ба Маҷлиси миллӣ ва вакилони Маҷлиси намояндагон баробар ба дигар соҳаҳо, саноати металлургия ва маъдани кӯҳиро мавриди таҳлили ҳамаҷониба қарор дода буданд [1].

Дар ин масъала аз ҷумла Пешвои миллат Эмомалӣ Раҳмон вазифаҳои зеринро гузоштанд: ...“ба Ҳукумати мамлакат ва Саридораи геология супориш дода мешавад, ки фаъолиятро доир ба баланд бардоштани сатҳи сифати омӯзиш, ҷустуҷӯ, иқтишоф ва барои истифодаи саноатӣ омода намудани конҳои канданиҳои фойданок вусъат бахшанд” [1].

Зимни сафар Пешвои миллат Эмомалӣ Раҳмон ба вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон моҳи августи соли 2023 аз вусъатдиҳии коркарду истихроҷ маталлҳо, бахусус. маъдани серталаботи нодири ноҳияи Дарвоз – литий хотиррасон намуданд. Дар ҷаҳон имрӯзҳо литийро “тиллои сафед” ном мебаранд. Пас аз рушди истеҳсоли мошинҳои барқӣ ба он таваҷҷӯҳ пайдо гардида, талаботу эҳтиёҷот ба ин намуду металл якбора афзоиш ёфта, чанд маротиба арзиши он дар бозори ҷаҳонӣ баланд гардид [3].

Тибқи ахбороти Агентии байналмиллалӣи энергетикӣ (бо забони русӣ –МЭА), дар олам соли сипаригардида зиёда аз 2 миллион адад мошини барқӣ мавҷуд буд. Бо назардошти пешгӯии Агентии байналмиллалӣи энергетикӣ ин шумора то аввали соли 2040 баробар ба 40 миллион адад мешавад. Соли 2030 бо эҳтимолияти зиёд талаботи литийи 700 ҳазор тонна (соли 2022), баробар ба 2,5 миллион тонна мегардад [5].

Бинобар ин, мутахассисони Саридораи геологияи кишвар ҳам ҷиҳати дарёфти конҳои литий, инчунин маъданҳои мухталифи нодири заминӣ фаъолияти ҳаррӯзаро роҳандозӣ намуда истодаанд. Қисмати Помири ҷанубии кишвар дорои зиёди ин захираҳо эътироф гаштаву айни замон ҷустуҷӯи минтақаҳои дигари аз литий бой идома доранд [3].

Аз омори соҳаи металлҳои нодири Тоҷикистон ва таҳлили он бар меояд, ки бештар аз 20-25%-и захираи сурмаи ҷаҳониро кишвари мо соҳиб буда, устуворан шомили 3-4 давлати авваллини ҷаҳони муосир дар истихроҷи он мебошад. Бо ин нишондоди умедбахш, соҳаи саноати кӯҳкорӣ аз омилҳои муҳимми таъминсозандаи тараққиёти иқтисодии ММД-и мамлакат буда, атрофи аз 8% то 8.2% -ро ишғол месозад.

Имрӯзҳо мавқеи ҷаҳонии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бозори муосири металлҳои нодир, махсусан сурма, литий, волфрам, ки ба гурӯҳи маводҳои критикии саноатӣ мансубанд, мақоми стратегиро доро мебошад. Мувофиқан, тибқи маълумоти Хадамоти геологияи ИМА (USGS) бармеояд, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон 25%, яъне чоряки захираи умумии сурмаи ҷаҳонро пас аз Ҷумҳурии мардумии Чин дорад [3].

Ҷадвали 3 –Таҳлили захираҳои омори ва истихроҷи металлҳои нодири Тоҷикистон (бо тонна)

Металлҳои нодир	Омори захираҳои саноатӣ, тонна	Ҳаҷми солонаи истихроҷ, тонна	Мавқеи ҷаҳонӣ ё минтақаӣ
Сурма (Antimony)	265 000 (захираи тасдиқгардида)	16 000 то 21 000	Аз рӯи захира ҷойи 2-юмро ва дар истеҳсоли ҷаҳонӣ бошад, ҷойи 3-юм соҳиб аст
Литий (Lithium)	15 адад майдонҳои нав (дар сатҳи баҳодиҳӣ)	Барои истихроҷ конҳо омодаасозӣ мегарданд	Барои батареяҳои “сабз”потенциали азиманд
Нукра (Silver)	50 000 то 70 000 (макони ҷойгир-шавӣ: Кони Мансури Бузург)	Коркард ҳамроҳ бо дигар метал-ҳо сурат мегирад	Аз конҳои калон-тарини ҷаҳонии нукра ба ҳисоб меравад
Симоб (Mercury)	Захираи азим (макони ҷойгир-шавӣ Конҷоч, Чулбой)	Маҳдудият мувофиқи конвенсияҳо доранд	Дар ИДМ аз рӯи захираҳои симобу сурма ҷойи 1-умро ишғол мена-мояд

Заминаи рушди устувори иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз саноати кӯҳкориву металлургияи металлҳои нодир сарчашма мегарад [3].

Дар ММД - кишвар ҳиссаи саноати кӯҳкориву истихроҷи маъданҳо атрофи аз 20% то 22%-и ҳаҷми умумии истеҳсолоти саноатиро таъмин месозад [2].

Аз динамикаи афзоиш бармеояд, ки дар Тоҷикистон суръати истихроҷи сурма аз рӯи муқоисаи соли 2010, зиёдтаран 3 маротиба афзоиш ёфта, балантарин нуқтаи истеҳсоли он соли 2023 баробар ба 21000 тонна гаштааст.

Корхонаи муштараки “Talco Gold”, ки аз соли 2022 фаъолият менамояд, иқтидори коркарди солонаи 1.5 миллион тонна маъдан, 21000 тонна сурма, 2,2 тонна тиллоро дорад.

Бунёди як корхонаи азими истихроҷӣ бо сармояи хориҷӣ соли 2025 оғоз гардид, ки соли 2027 ба фаъолият шурӯъ бояд намояд, иқтидори истеҳсоли солонаи он ба 50000 тонна концентрати сурма баробар аст.

Масъалагӯзориҳо

Бо мавҷудияти конҳои унсури ғании нодири рӯизаминидошта, истихроҷу коркарди он бинобар сабаби рельефи мураккаби минтақа душвор боқӣ монда, маблағгузориҳои калонро талаб месозад. Бо сабабу таъсири ин ва дигар омилҳо, ба захираи канданиҳои ғайраноки Тоҷикистон то наздиктарин вақт асосан сармоягузориҳои ҷангӣ, дар самти истихроҷи тилло таваҷҷӯҳ доштанд. Ин вазъ ба наздикӣ тағйири куллиро ба худ гирифта, имрӯз қудратмандони мухталифи ҷаҳонӣ ба Осиёи Марказиву сарватҳои бойи он таваҷҷӯҳи хоса доранд [2].

Чор сол пеш дар рафти сафари худ ба якчанд кишварҳои Осиёи Марказӣ Дэвид Кэмерон вазири корҳои хориҷии Бритониё аз Тоҷикистон ҳам боздид намуд. Ҳадафи ин сафар татбиқи

стратегияи нави Бритониё оиди ҳамкорӣ бо ҷумҳуриҳои пасошуравӣ баён гардида буд. Лондон барои Осиёи Марказӣ бо сармоягузориҳои лоиҳаҳои умедбахши ба манфиати тарафҳо роҳандозишуда худро муаррифӣ сохт. Ташрифи мазкур заминаи ҳамкориҳои нави минбаъда ном гирифта, имконияти мусоиди фаъолияти соҳаҳои асосии мубодилаву сармоягузориҳои, сиёсати иҷтимоӣ, илму маорифро фарогирӣ менамуд. Муҳимтарин самти дурнамодоштаи он аз коркарди истихроҷи канданиҳои ғоиданок ба шумор мерафт, ки кишвари мо мавқеи намоёнро соҳиб мебошад [5].

Тавачҷӯҳи хоса ба қарри замини Осиёи Марказӣ аз ҷониби Иёлоти Муттаҳидаи Амрико (ИМА) низ дар ҳоли рушд қарор дорад.

Дар соли гузашта масъулини вашингтони “Шӯрои Атлантика”, ҳамзамон муҳаррирони ҳисоботи истифодаи унсурҳои нодири заминии Осиёи Марказӣ, ин унсурҳои арзишнокро таҳлил сохта, ба хулоса омаданд, ки ин захираҳо дар рушди иқтисодии ҷаҳон таъсири ҷалбунандаи хешро қодиранд гузоранд [7].

Аз нигоҳи корбарони америкоӣ, ин унсурҳои нодирро ширкати холдингии “Казатомпром”-и Қазоқистон алақай қорқаду истеҳсол менамояд. Дар кишвари Ўзбекистон - Олмалиқ бошад, комбинати кӯҳиву металлургии Маркази омӯзиши металлҳои нодир фаъолияти худро оғоз намудааст. Ба ақидаи муҳаққиқон дар дигар кишварҳои минтақа нисбатан ҷалби шарикони байналмилалӣ кам буда, лекин таҳқиқотҳои омӯзишии самти коркарди конҳои унсурҳои нодирдошта анҷом дода шуда истодаанд [4].

Дар заминаи мазкур ақидаи таъсисдиҳии Маркази омӯзиши унсурҳои нодири заминӣ ва пайдосозии мизочон, сармоягузориҳои шарикони Осиёи Марказӣ пешниҳод гардидааст. Қорқандони соҳа назари онро доранд, ки таъсиси Маркази болозикр аз ҳама беш эҳтиёҷи талаботи воқеии кишварҳои худ минтақа мебошад. Дар баробари ин, Иёлоти Муттаҳидаи Амрико аз нигоҳи рақобат ин манотикро аз дигар пешвоёни ҷаҳонӣ муҳим медонад [6].

Ҷиҳати амалисозии воқеии коркарди потенциали металлҳои нодири Ҷумҳурии Тоҷикистон ва табилии онҳо ба омили асосии рушди устувори минтақа, ҳалли чандин масоили зарурии сохториву технологӣ ва иқтисодиро лозим медонем.

Якум, масоили инфрасохториву географӣ, ки ба он метавон мушкилоти релефи баландкӯҳро ҳисоб намуд, чунки бештари конҳои наву ояндадори литий, тантал ва ниобий дар минтақаҳои дурдасту баландкӯҳи шарқии кишварамон, яъне қаторкӯҳҳои Рушону Ишкошими Помир ҷой гирифтаанд. Инфрасохтори нақлиётӣ роҳҳои ноҳамвор сабаби гаронии арзиши аслии истихроҷу коркард мегарданд.

Дуюм, масоили технологиву илмӣ, яъне гузариш аз содироти шакли хом ба коркарди ниҳии он мебошад. Дар ин масъала метавон аз байнбарии вобастагии содироти консентрат, яъне ашёи хоми нимтайёро баён сохт. Ҷиҳати коркарди ниҳой қисми зиёди маҳсулот имрӯзҳо ба хориҷа, бахусус Чин равона мегардад. Лозим аст, технологияҳои ҷадиди коркарди металлҳои холиси дорои дараҷаи баланди тозагӣ (99.9%)-ро дар дохили кишварамон роҳандозӣ намоем.

Сеюм, масоили иқтисодиву сармоягузорӣ ба ҳисоб меравад, ки диверсификатсияи сармоягузориҳои хориҷиро дар назар дорад. Айни замон қариб 80% -и соҳаи истихроҷи металлҳои қиматбаҳову нодир аз сармояи ширкатҳои ҷинӣ таркиб ёфтаанд. Аз дигар минтақаҳо, аз ҷумла, Иттиҳоди Аврупо, ИМА, Британияи Кабир, Кореяи Ҷанубӣ, ҷалбсозии сармоягузориҳои дар роҳандозии рақобату воридоти технологияҳои муосир масъалагузориҳои стратегӣ ба шумор меравад.

Натиҷа аз таҷрибаҳо

Аз таҷрибаи ҷаҳонӣ бармеояд, ки ҷалбсозии кишварҳои мухталиф дар омӯзиши манбаъ, дурнамову пойдоии рушди саноати маъдани минтақа аз аҳамият холӣ нест ва ин ба кишвари мо низ муҳимияти хосро доро мебошад. Аз нуқтаи назари манфиатҳои иқтисодӣ сармоягузориҳои қарзҳои калон на танҳо аз як кишвар роҳандозӣ ёбад, бояд рақобати озод амал намояд. Сармоягузориҳои мамолики хориҷ ҷиҳати кашфу истеҳсоли захираҳои табиӣ ғайриэнергетикии кишварҳои Осиёи Марказӣ танҳо аз бадастоварии имконияти васеи соҳибгаштан ба ин захираҳои нодир набояд иборат бошад, инчунин бояд ба рушду дастгирии ҳаматарафаи ҳамҷаворҳои манотик равона гардида, озодии иқтисодиву соҳибхотирӣ ҷонибҳо ҳам таъмин ёбад. Андешаву гуфторҳои боло рақобати иқтисодии ҷаҳониро дар истихроҷу коркарди нафту газ, карбогидридҳои унсурҳои нодири заминӣ дарназар доранд [5].

Ҷадвали 4 – Нишондиҳандаҳои асосии соҳаи металлҳои нодири ҶТ

№	Нишондиҳандаҳои соҳавӣ	Ҳолати кунунӣ	Сатҳи зарурӣ ва нақша	Масоили асосии иқтисодӣ-техникӣ
1	Сатҳи коркарсоии ашёи хоми маҳаллӣ	аз 10% то 15% (содиротсоии концентрату нимфабрикатҳо)	аз 70% — 80% (истеҳсоли металлҳои холис, ҳулаҳо)	Аз даст додани арзиши изофа: ашёи хоми арзон содирот гаштаа, маҳсулоти ниҳони гаронбаҳоро воридот мегардад.
2	Дар технологияи коркард ҳиссаи сармояи худӣ	< 20% (доштани вобастагии шадид ба технологияҳои хориҷ)	> 50% (заминаи илмӣ дохилӣ ва модернизатсия)	Вобастагии технологӣ: Набудани технологияҳои муосири инноватсионӣ чӣхати ҷудосозии металлҳои нодир аз маъданҳои мураккаб.
3	Сатҳи геологии омӯзиши конҳои ҷадид	~ 25% (аз давраи Иттиҳоди Шӯравӣ аксарияти конҳо арзёбӣ гардидаанд)	100% (рақамсозӣ ва иқтишофи муосири конҳои Помир ва Т. Марказӣ)	Камбудии сармоягузори таваккалӣ: Нокифоягии маблағгузориҳо барои корҳои геологӣ-иқтишофӣ.
4	Таъминоти бо кадрҳои илмӣ-муҳандисӣ дар соҳа	аз 35% то 40% (нокифоягии мутахассисони соҳаи металлургияи нодир)	100% (пурра таъминсозӣ бо кадрҳои баландихтисос)	Номувофикии синну соли кадрҳо: барои ҷалби ҷавонон ба илм ва истеҳсолоти кӯҳкориҳои металлҳои нодир набудани ҳавасмандии иқтисодӣ.
5	Дар содироти умумии кишвар ҳиссаи металлҳои нодир	< 5% (бештар ба алюминий ва тилло рост меояд)	аз 15% то 20% (диверсификатсияи содирот)	Аз маҳсулоти маҳдуд вобастагии иқтисодӣ доштан: «Металлҳои нодири Тоҷикистон» дар бозори ҷаҳонии технологияҳои сабз бренди худро надоранд.

Муҳокима

Дар истихроҷу коркарди унсурҳои нодири заминӣ ва рушди босуръати соҳаҳои иқтисодии Осиёи Марказӣ ҷалбсоии сармоягузори мухталиф мусоидаткунанда буда, бар замми ин кашшофи бозори ҷадид дар истеҳсолу мубодилаи он гашта, чӣхати гузаришу истифодаи ҳаматарафаи энергияи сабз имконоти васеъ фароҳам меоваранд. Рақобати солими иқтисодии кишварҳои азими минтақа, аз ҳама муҳим ба ҷонибҳои иштирокдор ғоидабахш гардида, нофаҳмиҳои иқтисодиро пешгирӣ месозанд.

Хулоса

Дар амалисозии иқдомҳои болозир чалби маблағҳои ғайрибучетиву сармоягузориҳои лоиҳаҳои аҳамияти иқтисодиву экологидошта тадбирандешиву роҳандозӣ гашта, манфиати иқтисодӣ меоваранд. Натиҷаҳои бадастомада бояд ба ғоидаи иқтисодии ҳамаи намоёндагонӣ соҳаи коркарду истихроҷ, ҳифзи муҳити зисту табиат равона гарданд. Тавассути ин амалҳо тадбирҳои иқтисодиву ҳам экологӣ тадбиқ ёфта, таваҷҷуҳу ҳавасмандии тарафҳо афзуда, бешак самараи хуб меоваранд.

Натиҷаву таҷрибаи Ҷумҳурии Тоҷикистон исбот менамояд, ки дар кишвар заминаи техникӣ-иқтисодии устувору умедбахш барои даҳсолаҳои минбаъда рӯи кор омодааст. Минбаъд масъалаи асосӣ ин истифодаи таҷрибаи ҷиҳати диверсификатсияи сармоя, яъне чалби ширкатҳои аврупоӣ ва амрикоӣ ва гузаштани пурра ба истеҳсоли маҳсулоти ниҳонии ватанӣ, аз ҷумла батареяҳо ё қисмҳои электроника, ки имрӯз ба он талаботи зиёд мавҷуд аст, иборат мебошад.

Муқаррир: Эшов Б.Б. – д.и.т., дотсент, мудири озмоишгоҳи маводшиносии Институти химияи АМИН.

Адабиёт

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон “Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурий”, 28 декабри соли 2023. Душанбе “Шарқи озод”, 2023. 48 с.

2. Национальная стратегия развития республики Таджикистан на период до 2030 года, Утверждено постановлением Маджлиси намоёндагон Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 1 декабря 2016 года, № 636, Душанбе – 2016. 88 стр.

3. Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон, Раёсати таъбу наشري таъҷилии МКХ-и Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе -2024. 89 С.

4. Халилов, И. Х. Ҷанбаҳои иқтисодиву экологии коркарди партовҳои нақлиётӣ / И. Х. Халилов // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвеститсия. – 2025. – №. 2(70). – Р. 77-81. – EDN IWCCCKU.

5. Халилов, И. Х. Заминаи экологиву иқтисодии таҷдиди рағбанҳои техникӣ истифодашуда / И. Х. Халилов // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, инвеститсия. – 2024. – №. 1(65). – Р. 113-117. – EDN HPRBSD.

6. Халилзода Н.И. Бехатарии экологӣ дар рушди саноат / Халилзода Н.И., Халилов И.Х. // «Прогресс наука химия, технологии и экологии» - Душанбе - 2023, С.267-268

7. Халилов И.Х., Ҷанбаҳои технологияи тозакунии рағбанҳои техникӣ бо ғилҳои бентонитдори Тоҷикистон ва аҳамияти иқтисодии он / Халилов И.Х.// «Современные проблемы металлургической промышленности», Душанбе - 2021, С 335-340

8. Халилов И.Х., Очистка отработанных технических масел местными сорбентами Таджикистана / Халилов И.Х., Нажмудинов Ш.З., Самаров Ш.Ш., Бадалов А.// «Мухандис-2019», Душанбе - 2019. С. 263-267

9. Бозоров, Ш. А. Моделирование закономерностей изменения показателей процесса пластического течения металла при прокатке высоких полос в скрещенных валках / Ш. А. Бозоров, Б. Н. Одиназода, М. Х. Саидов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. - 2020. - №2(50). - С. 66-73. EDN: WYNBXJ.

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

TJ	RU	EN
Халилов Истамкул Хадирович	Халилов Истамул Хадирович	Khalilov Istamkul Khadirovich
н.и.т, и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцент	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: istam.khalilov@gmail.com		

МУШКИЛОТ ВА ДУРНАМОИ ТАТБИҚИ ТЕХНОЛОГИЯҲОИ РАҚАМӢ ОИД БА ТАНЗИМИ ҲАРАКАТ ДАР РОҲҲОИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Н.Ш. Мирзоева, Ф.Ҳ. Саидзода

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола масъалаи татбиқи технологияҳои рақамӣ дар низоми идоракунии ҳаракати нақлиёт дар роҳҳои шаҳри Душанбе аз нуқтаи назари илмӣ тадқиқ гардидааст. Дар қор ҳолати кунунии низоми идоракунии ҳаракат арзёбигардида, омилҳои маҳдудкунанда, ба монанди навозии инфрасохтори нақлиёти шаҳр, норасоии маълумоти бозғатимод ва механизми идоракунии муайяншудадаанд. Инчунин имкониятҳои татбиқи технологияҳои рақамӣ дар низоми ҳаракат ба монанди, баландбардории самаранокӣ, камнамоии талафоти вақт ва қоҳишдиҳии садаманокӣ нишон дода шудаанд. Натиҷаҳои тадқиқот нишон медиҳанд, ки татбиқи технологияҳои рақамӣ метавонад ҳамчун омил қалидии тақмили низоми идоракунии ҳаракат баромад намуда, барои баланд бардоштани устувории рушди низоми нақлиёти шаҳри Душанбе заминаи илмӣ фароҳам меорад.

Калидвожаҳо: танзими ҳаракат, роҳҳо, технологияҳои рақамӣ, низоми интеллектуалӣ, амнияти нақлиёт, назорат, самаранокӣ.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕГУЛИРОВАНИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ

Н.Ш. Мирзоева, Ф.Х. Саидзода

В статье рассматривается вопрос внедрения цифровых технологий в систему управления дорожным движением на дорогах города Душанбе с научной точки зрения. В работе оценивается текущее состояние системы управления дорожным движением, определяются ограничивающие факторы, такие как модернизация городской транспортной инфраструктуры, отсутствие достоверной информации и механизма управления. Также показаны возможности применения цифровых технологий в системах мобильности, такие как повышение эффективности, минимизация потерь времени и снижение аварийности. Результаты исследования показывают, что внедрение цифровых технологий может выступать в качестве ключевого фактора совершенствования системы управления дорожным движением, обеспечивая научную основу для повышения устойчивости развития транспортной системы города Душанбе.

Ключевые слова: регулирование движения, дороги, цифровые технологии, интеллектуальная система, транспортная безопасность, контроль, эффективность.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE REGULATION OF TRAFFIC IN THE CITY OF DUSHANBE

N.S. Mirzoeva, F.H. Saidzoda

The article examines the issue of introducing digital technologies into the traffic management system on the roads of the city of Dushanbe from a scientific point of view. The paper evaluates the current state of the traffic management system, identifies limiting factors such as modernization of urban transport infrastructure, lack of reliable information and management mechanism. The possibilities of using digital technologies in mobility systems, such as increasing efficiency, minimizing time loss and reducing accidents, are also shown. The results of the study show that the introduction of digital technologies can act as a key factor in improving the traffic management system, providing a scientific basis for increasing the sustainability of the transport system in Dushanbe.

Keywords: traffic regulation, roads, digital technologies, intelligent system, transport safety, control, efficiency.

Сарсухан

Дар мавриди зиёдшавии шумораи нақлиёт, дигаргуниҳои кулӣ дар раванди шаҳрсозӣ ва баландшавии талабот нисбати инфрасохтори шаҳр, масъалаҳои беҳсозии низоми ҳаракат аҳамияти махсусро пайдо менамояд, ки солҳои охир технологияҳои рақамӣ ба воситаи системаҳои интеллектуалии нақлиёт, чароғакҳои роҳнамои автоматикунонидашуда, назорати видеой ва системаҳои назорати чараёни ҳаракат асоси ҳалли мушкилот дар соҳаи нақлиёт гардидаанд.

Шаҳри Душанбе, ҳамчун пойтахти Ҷумҳурии Тоҷикистон, бо мушкилоти хос, аз ҷумла афзоиши сарбории шабакаи нақлиётӣ, қобилияти гузарониши маҳдуд, танбашавӣ ва ҳатто сатҳи пасти роҳи қоидаҳои ҳаракат дар роҳ рӯ ба рӯ шудааст. Дар ин робита рақамисозии соҳаи нақлиёт унсури асосии таъмини рушди устувори шаҳр ба ҳисоб рафта, метавонад дар идоракунии ҳаракат ва қоҳиш додани танбашавӣ нақши қалидӣ дошта бошад [7].

Бо вучуди қоринамоии технологияҳои зеҳнӣ дар системаи нақлиёти шаҳри Душанбе, ба монанди насби камераҳои назорати видеой, навозии чароғакҳои роҳнамо ва дигар чораҳо, раванди рақамисозӣ бо мушкилоти норасоии маблағгузорӣ, кадрҳои баландхисос, монеаҳои ҳуқуқӣ ва маъмурӣ, ҳамчунин мушкилоти техникии инфрасохтори рӯ ба рӯ мебошад.

Мавод ва усулҳои тадқиқот

Таҳлил ва муайяннамоии дурнамои рақамикунонии раванди идораи ҳаракат дар шаҳр тадқиқшуда, ҳам аҳамияти амалӣ ва ҳам аҳамияти стратегӣ дорад. Имкониятҳои бурунмарзӣ, аз қабилӣ ҳамкориҳои байналмилалӣ ва мутобиқсозии таҷрибаҳои кишварҳои ҳамсоя, татбиқи васеи

системаҳои интеллектуалии нақлиётро фароҳам меоранд. Лекин, таҳдидҳои саводнокии аҳоли дар самти рақамикунонӣ ва амнияти иттилоотӣ, таҳияи татбиқҳои мушахасро талаб мекунанд, то маълумот ҳимоя шавад.

Дар солҳои охир таваҷҷуҳи бештари Ҳукумати шаҳр ба қорӣ намудани технологияҳои рақамӣ дар идоракунии ҳаракати нақлиёт равона шудааст. Пешниҳодҳои муосири рақамисозӣ имкон медиҳанд, ки танзими ҳаракати нақлиёт самараноктар гардида, ҳолатҳои танбашавӣ кам ва бехатарии ҳаракат баланд бардошта шавад. Бо вучуди ин, раванди татбиқ бо як қатор мушкилоти ҷиддӣ, ки бо ҷанбаҳои техникӣ, ташкилӣ ва иҷтимоӣ алоқамандаст рӯ ба рӯ гардидааст [1-2].

Мушкилоти рушди инфрасохтори рақамӣ дар шаҳр ин шумораи маҳдуди камераҳо ва ҷамъовариҳои маълумот мебошад, ки имконияти мониторинги вазъи ҳаракатро дар роҳ маҳдуд менамояд [3-4]. Илова бар ин, норасоии мутахассисони касбӣ мушоҳида мегардад.

Инчунин мушкилоти ҷиддӣ таъмини амният ва махфияти маълумоти дар қараёни мониторинг бадастомада мебошад, ки набудани меъёрҳо ва стандартҳои возеҳ дар соҳа эътимоди шаҳрвандонро ба онҳо зерӣ хатар мегузорад [5].

Бо вучуди мушкилоти мавҷуда, қорӣ намудани технологияҳои рақамӣ дар самти танзими ҳаракат дар шаҳри Душанбе идома ёфта, қарабиниҳои ба нақша гирифташуда оид ба рушди инфрасохтори рақамии шаҳр, аз ҷумла густариши шабакаи системаҳои интеллектуалии нақлиёт ва ҳамгироии маълумот бо барномаҳои мобилӣ, имкон медиҳанд, ки вақти сафар кам ва бехатарии роҳҳо хубтар карда шавад [6].

Ба ғайр аз ин, рушди технологияи рақамӣ барои шиддатнокии ҳаракати воситаҳои нақлиёт, идоракунии селай мусофирон ва пешгуинамоии он имкон медиҳанд, ки танзими ҳаракат дар роҳ беҳтаршуда, талаботи ҳамаи иштирокчиёни ҳаракат дар шаҳр қонеъ гардад [8].

Бо дарназардошти хусусияти омилҳои ошкоршуда, рушди минбаъдаи рақамисозии нақлиёт дар шаҳри Душанбе бояд ба барномаи мутавозин таъя кунад, то он навосии инфрасохтор, оморасозии кадрҳо, таъминоти қонунгузорӣ ва қорҳои маърифатӣ бо аҳолиро дар бар гирад.

Муаллиф маҷмӯи қарабиниҳоро барои баланд бардоштани самаранокии танзими ҳаракати нақлиёт ва бехатарии ҳаракат дар роҳҳои шаҳри Душанбе пешниҳод менамояд, ки самтҳои асосии зеринро дар бар мегирад:

- Насб кардани камераҳои видеоии назоратӣ ва системаҳои сабти вайронкунии қоидаҳои ҳаракат дар роҳҳои асосии шаҳр имкон медиҳад, то шумораи қонуншиканиҳо қоҳиш ёфта, интизоми ронандагон баланд бардошта шавад.

- Татбиқи системаҳои автоматии идоракунии қарағакҳои роҳнамо барои беҳтар кардани даврҳои қарағак ва кам кардани танбашавӣ дар соатҳои авҷ.

- Истифодаи барномаҳои мобилӣ барои мусофирон имкон медиҳад, то маълумоти муосир дар қараи қадвал ва хатсайрҳо пешниҳод ва қарақатии сафар беҳтар гардад.

- Татбиқи лоиҳаҳои таҷрибавии GPS (Global Positioning System)-мониторинги тақсиҳои хатсайрӣ ва интиқолдиҳандагони хусусӣ, ки ба баланд бардоштани шаффофияти қори ширкатҳои нақлиётӣ ва сифати хидматрасонии мусофирон мусоидат мекунанд.

Натиҷаҳои тадқиқот

Гарчанде, аз қониби Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамасола дар самти беҳсозии фаъолияти нақлиётӣ лоиҳа ва барномаҳои зиёде татбиқ гардида, бошад ҳам, дар ин самт ҳануз як қатор мушкилот боқимондааст. Дар қадвали 1 ҳаҷми сармоягузорӣ ба соҳаи нақлиёт оварда шудаанд.

Қадвали 1 – Сармоягузорӣ ба нақлиёт дар солҳои 2015–2024

Нишондиҳанда	Воҳиди ченак	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Сармоягузорӣ ба нақлиёт	Ҳазор сомонӣ	1019113	1507211	1202714	1152058	1049319	1084882	1612246	1971309	2912246	1588947

Тибқи маълумоти қадвали 1 мушоҳида мешавад, ки ҳаҷми сармоягузорӣ ба соҳаи нақлиёт тамоюли тағйирёбанда дошта, дар умум афзоиш ёфтааст.

Барои ошкор кардани мушкилоте, ки дар раванди татбиқи технологияҳои рақамӣ дар системаи нақлиёти шаҳри Душанбе вучуд доранд, онҳоро ба самтҳои асосӣ ҷудо ва тасниф менамоем. Дар қадвали 2 таснифи мушкилоти асосии техникӣ, иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва ҳуқуқӣ, инчунин маҳдудиятҳо ва хатарҳои марбут ба онҳо нишон додашудааст.

Қадвали 2 – Мушкилоти татбиқи технологияҳои рақамӣ дар идоракунии ҳаракати нақлиёт

Категорияҳои мушкилот:
Категорияҳои техникӣ
Инфрасохтори рақамии нокифоя
Набудани системаи ҳамгирошудаи идоракунии нақлиёт
Иқтидори маҳдуди алоқа ва интернет
Категорияҳои иқтисодӣ
2.1. Маблағгузори маҳдуд, танҳо дар доираи лоиҳаҳо
2.2. Арзиши баланди таҷҳизот ва нигоҳдории онҳо
2.3. Мушкилоти ҷалби сармоягузори хусусӣ ва байналмилалӣ
Категорияҳои иҷтимоӣ
3.1. Сатҳи саводнокии рақамӣ дар байни аҳоли ва ронандагон
3.2. Муқовимат ба автоматизатсия ва ҳавфи аз даст додани ҷойҳои корӣ
3.3. Дастрасии нобаробар ба хизматрасониҳои рақамӣ
Категорияҳои ҳуқуқӣ
Заминаи меъёрии нокифоя барои ҷорӣ намудани системаҳои интеллектуалии идоракунии нақлиёт ва ҳифзи маълумоти шахсӣ
Набудани ҳамоҳангии фаъолияти байни сохтору идораҳо
Масъалаҳои тақсим ва танзими масъулият дар баробари таҳдидҳои киберӣ
Категорияи маҳдудиятҳо ва хатарҳо
5.1. Хатарҳои ҳамлаҳои киберӣ
5.2. Хатогиҳои техникӣ ва норасоии таъминоти барномавӣ
5.3. Вобастагӣ аз технологияҳои хориҷӣ
5.4. Навсозии тадриҷии маъмурӣ ва расмиёти он

Ҳамин тавр, таҳлили мушкилоти муайяншудаи татбиқи технологияҳои рақамӣ имкон медиҳад, ки феълан монеаҳои марбут ба ҷанбаҳои техникӣ, иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва ҳуқуқӣ муайян карда шаванд. Норасоии техникӣ инфрасохтор ва маблағгузори маҳдуд рушди қарорҳои рақамиро бозмедорад, дар ҳоле ки омилҳои иҷтимоӣ, аз ҷумла саводнокии пасти рақамӣ ва муқовимат ба тағирот, мутобиқшавии онҳоро дар ҷомеа мушкилтар мекунад. Камбудии ҳуқуқӣ ва хатарҳои киберамният монеаи иловагиро ба вучуд меоранд, ки таъминоти ҳамкориҳои байнисоҳавиро талаб мекунад. Барои татбиқи ин навовариҳо, тадбирҳои системавӣ таҳияшуда, аз ҷумла, навосии инфрасохтори нақлиётӣ, баландбардории салоҳиятнокии, таҳкими заминаи қонунгузорӣ ва таъмини устувории системаҳо ба таҳдидҳои эҳтимолӣ равона карда шаванд.

Барои ин, пеш аз ҳама, рушди инфрасохтор, васеъ намудани шабакаи камераҳои назоратӣ ва алоқаи шабакавии баландсуръат муҳим аст, ки имкони ҷамъоварӣ ва коркарди маълумотро таъмин кунад. Илова бар ин, афзоиши маблағгузори лоиҳаҳо тавассути барномаҳои давлатӣ ва ҳавасмандгардонии сармоягузори хусусию байналмиллалӣ қадами муҳими ташаққули муҳити рақамии соҳаи нақлиёт мебошад. Дар доираи ҳуқуқӣ бошад, зарур аст то заминаи меъёрӣ барои ҳифзи маълумот ва танзими масъулият такмил додашуда, ҳамзамон ҳамоҳангсозии самараноки мақомоти давлатӣ ва субъектҳои тиҷоратӣ таъмин гардад. Ин чораҳо барои таҳкими моделҳои рақамии идораи ҳаракат ва баланд бардоштани самаранокии хизматрасонии нақлиётӣ аҳамияти стратегӣ доранд.

Истифодаи технологияҳои блокчейн барои ҳифзи маълумот ва таъмини шаффофият дар равандҳои идоракунии нақлиёт низ яке аз самтҳои ояндадор ба ҳисоб меравад.

Татбиқи технологияи мазкур таъсири манфии нақлиётро ба муҳит коҳиш дода, бо пурсамар ташкил намудани хатсайрҳо сатҳи шиддатнокии ҳаракат ва партовҳои зарароварро коҳиш

медиҳад. Беҳтар кардани идоракунии ҳаракат ва баланд бардоштани огоҳии иштирокчиёни он ба кам шудани садамаҳо ва афзоиши бехатарӣ дар роҳҳо мусоидат мекунад.

Технологияҳои блокчейн як системаи маълумотие мебошанд, ки шаффофият, амният ва тағирнопазирии маълумотро таъмин мекунад. Дар соҳаи нақлиёт, истифодаи блокчейн метавонад сатҳи эътимод байни аъзоёни система ба таври назаррас афзоиш ёфта, идоракунии иттилоотро осон созад ва онро аз дастрасии беиҷозат муҳофизат кунад.

Истифодаи блокчейн мубодилаи маълумотро миёни мақомоти давлатӣ, операторон, ронандагон ва мусофирон боэътимоднамуда, дар ин замина, маълумоти марбут ба ҳолати техникии воситаҳои нақлиёт, хатсайрҳо ва пардохтҳо метавонад бо кафолат, шаффофият ва аз амалҳои қалбақӣ ҳифз карда шавад.

Дар ҷадвали 3 самтҳои асосии истифодаи технологияҳои блокчейн ва таъсири мусбати он дар самти танзими ҳаракат нишон дода шудаанд.

Ҷадвали 3 – Истифодаи технологияҳои блокчейн барои танзими ҳаракати нақлиёт дар шаҳри Душанбе

Самти татбиқ	Шарҳ	Самараи пешбинишуда
Мубодилаи бехатар	Таъмини интиқоли боэътимоди маълумот байни иштирокчиёни системаи танзими ҳаракат (мақомоти давлатӣ, операторҳо, ронандагон)	Баланд бардоштани эътимод ва муҳофизат аз маълумоти қалбақӣ
Нигоҳдорӣ ва ҳифзи маълумот	Нигоҳдории боэътимоди маълумот оид ба шиддатнокии ҳаракат дар хатсайрҳо	Паст намудани хавфи аз даст рафтани маълумот ва ихтилофи он
Шартномаҳои интеллектуалӣ	Автоматикунони иҷрои тартиботи шартномаҳо ва қоидаҳои танзими ҳаракат	Кам кардани хароҷот ва таҳким бахшидани равандҳои идоракунии
Баланд бардоштани амнияти киберӣ	Таъмини амнияти низомҳои танзими ҳаракат аз ҳамлаҳои киберӣ дар асоси низоми блокчейн	Устуворӣ ва эътимоднокии системаҳои идоракунии
Шаффофият ва аудит	Таъмини назорати шаффофии раванди танзими ҳаракат	Баланд бардоштани эътимоднокии низом

Ҳамин тавр, ҳамгироии технологияҳои блокчейн бо системаҳои танзими ҳаракат имконият медиҳад, ки муҳити кории боэътимод эҷод гардида, сатҳи амният баланд ва идоракунии ҷараёни ҳаракат самаранок гардад, ки ин қадами муҳим дар раванди рақамисозии соҳаи нақлиёт мебошад.

Муҳокима

Дар ин кор таҳлили ҳамаҷонибаи рушди технологияҳои рақамӣ ва таъсири онҳо ба танзими ҳаракати нақлиёт гузаронида шуда, мушкилоти асосии техникӣ, иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва ҳуқуқие, ки ба татбиқи самараноки қарорҳои инноватсионӣ монеъ мешаванд, ошкор карда шуданд. Ба имкониятҳои технологияҳои блокчейн, ки қобилияти баланд бардоштани шаффофият, бехатарӣ ва эътимоднокии системаҳои идоракунии ҷараёни нақлиётро доранд, диққати махсус дода мешавад. Натиҷаҳои бадастомада барои рушд ва татбиқи системаҳои интеллектуалии нақлиёт, ки ба беҳтар намудани бехатарии ҳаракат ва рушди устувори инфрасохтори нақлиёт мусоидат мекунад, аҳамияти муҳим дошта, тавсияҳои пешниҳодшуда метавонанд асоси ташаққули сиёсати давлат ва стратегияи рақамисозӣ дар соҳаи нақлиёт бошанд.

Хулоса

Дар натиҷаи тадқиқот муайян шуд, ки рақамикунонии соҳаи нақлиёт, метавонад самаранокии идоракунии ҳаракатро баландбардошта, фаъолияти низоми нақлиётро шаффоф ва устувор гардонад. Дар ин замина, ҳамгироии технологияи блокчейн бо дигар технологияҳои рақамӣ, аз ҷумла зеҳни сунъӣ, ҳамчун самти ояндадор арзёбӣ гардида, таҳияи моделҳои илмӣ арзёбии самаранокии татбиқи ин технологияҳо ва омӯзиши ҷанбаҳои иҷтимоӣ ва ҳуқуқии рақамисозии системаҳои нақлиётӣ нишон медиҳад, ки рушди минбаъдаи низоми нақлиётӣ бояд бо дарназардошти талаботи ҷомеа амалӣ гардад.

Муқаррир: Раҷабов А.А. – н.и.у., и.в. дотсенти кафедраи фаъолияти ғумруқии Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибқориҳои Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Автоматизация учета, контроля и обработки информации о пассажиропотоках в больших городах / М. – М., 1986. – С. 6–23. – Проблемы больших городов / ГОСИНТИ, Вып. 5.

2. Богомолов А.А., Терентьев Р.Б. Сравнительная оценка методов обследования пассажиропотоков в городах / Образование на рубеже III тысячелетия: Материалы межвузовской научно-методической конференции. – Вологда: ВоГТУ, 2000. – 224 с.
3. Валеев М.А. Городская система позиционирования, мониторинга и диспетчеризации подвижных объектов на основе метода перекрывающихся зон: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2004.
4. Вейцман В.М. Расчет достоверности для системы обработки информации / В.М. Вейцман // Алгоритмы и программы. – Ярославль: ЯрГУ, 1982. – С. 3–19.
5. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. – М.: ИПРЖР, 1998.
6. Крупник В.Ш. Совершенствование технологии составления расписаний движения городского пассажирского транспорта с целью повышения эффективности его работы: Дис. канд. техн. наук. – М., 1980.
7. Саидзода, Ф. Ҳ. Моҳияти иҷтимоию иқтисодӣ ва вазифаҳои нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе / Ф. Ҳ. Саидзода, У. Ҷ. Чалилов // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, инвестиция. – 2025. – No. 3(71). – P. 88-95. – EDN DVTBSW.
8. Скрицкий Г.А. Перспективы применения инновационных технологий в городском пассажирском автотранспорте в России / Г.А. Скрицкий // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 1. – С. 78.

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

TJ	RU	EN
Мирзоева Ниссобеги Шоназаршоевна	Мирзоева Ниссобеги Шоназаршоевна	Mirzoeva Nissobegim Shonazarshoevna
н.и.и., дотсенти кафедраи ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт	кандидат экономических наук, доцент кафедры организации перевозок и управления на транспорте	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Transportation Organization and Management
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
E-mail: mirzoevam589@gmail.com		
TJ	RU	EN
Саидзода Фирдавс Ҳамро	Саидзода Фирдавс Ҳамро	Saidzoda Firdavs Hamro
унвонҷӯи кафедраи ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт	соискатель кафедры организации перевозок и управления на транспорте	candidate of the Department of Transportation Organization and Management
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
E-mail: firdavs.saidov.70@mail.ru		

ТАДБИРҶО ВА САМТҶОИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАҚЛИЁТӢ БА АҶОЛИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Ф.Ҳ. Саидзода

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола масъалаҳои баланд бардоштани самаранокии хизматрасониҳои нақлиётӣ ба аҳолии шаҳри Душанбе мавриди таҳқиқ қарор дода шудаанд. Мақсади таҳқиқот муайян намудани самтҳо ва тадбирҳои асосии тақмили фаъолияти нақлиёти ҷамъиятӣ дар шароити афзоиши талабот ба хизматрасониҳои нақлиётӣ мебошад. Дар раванди таҳқиқот усулҳои таҳлили иқтисодӣ, омӯрӣ, муқоисавӣ ва системавӣ истифода гардида, нишондиҳандаҳои техникӣ-истифодабарии нақлиёт, самаранокии иқтисодии ташкили интиқоли мусофирон, арзиши аслии роҳкиро барои электробус ва дурнамои ҳаҷми интиқоли мусофирон баҳогузорӣ шудаанд. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки тақмили ташкили ҳаракати нақлиёт, навсозии парки нақлиёти ҷамъиятӣ, истифодаи электробусҳо, ҷорӣ намудани технологияҳои рақамӣ ва низомҳои интеллектуалии идоракунии метавонанд ба баланд гардидани сифати хизматрасонӣ ва самаранокии фаъолияти соҳа мусоидат намоянд. Дар асоси натиҷаҳои бадастомада пешниҳодҳои амалӣ оид ба рушди устувори низомии нақлиёти шаҳрии Душанбе таҳия гардидаанд.

Калидвожаҳо: хизматрасониҳои нақлиётӣ, самаранокӣ, инфрасохтор, технологияҳои муосир.

МЕРОПРИЯТИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ

Ф.Х. Саидзода

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности транспортного обслуживания населения города Душанбе. Целью исследования является выявление основных направлений и мер по улучшению функционирования общественного транспорта в условиях растущего спроса на транспортные услуги. В ходе исследования были использованы методы экономического, статистического, сравнительного и системного анализа, оценены технические и эксплуатационные показатели транспорта, экономическая эффективность пассажирских перевозок, фактическая стоимость проезда в электробусе и прогноз объема пассажиропотока. Результаты исследования показали, что улучшение организации дорожного движения, модернизация парка общественного транспорта, использование электробусов, внедрение цифровых технологий и интеллектуальных систем управления могут помочь повысить качество обслуживания и эффективность отрасли. На основе полученных результатов были разработаны практические предложения по устойчивому развитию городской транспортной системы Душанбе.

Ключевые слова: транспортное обслуживание, эффективность, инфраструктура, современные технологии.

MEASURES AND DIRECTIONS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT SERVICES FOR THE POPULATION OF THE CITY OF DUSHANBE

F.H. Saidzoda

The article discusses the issues of improving the efficiency of transport services to the population of the city of Dushanbe. The purpose of the study is to identify the main directions and measures to improve the functioning of public transport in the context of growing demand for transport services. In the course of the research, methods of economic, statistical, comparative and systematic analysis were used, technical and operational indicators of transport, the economic efficiency of passenger transportation, the actual fare on an electric bus and the forecast of passenger traffic volume were evaluated. The results of the study showed that improving traffic management, modernizing the public transport fleet, using electric buses, introducing digital technologies and intelligent control systems can help improve the quality of service and the efficiency of the industry. Based on the results obtained, practical proposals for the sustainable development of the urban transport system in Dushanbe have been developed.

Keywords: transport services, efficiency, infrastructure, modern technologies.

Сарсухан

Дар шароити афзоиши аҳолии шаҳрҳо, масъалаи ташкили самаранокии хизматрасониҳои нақлиётӣ ба аҳолии аҳамияти хоса пайдо мекунад. Нақлиёти шаҳрӣ ҳамчун унсуре асосии инфрасохтори шаҳр, дар таъмини ҳаракати аҳолии, рушди иқтисодӣ, баланд гардидани сатҳи зиндагӣ ва беҳтар намудани муҳити шаҳр нақши муҳим мебошад.

Беҳбудии сифати хизматрасониҳои нақлиёти мусофирбар дар пойтахт яке аз самтҳои муҳими фаъолияти шаҳрдорӣ ба ҳисоб рафта, бо мақсади муътадил сохтани ҳаракат ва таъмини беҳатарии экологӣ аз ҷониби мақомоти иҷроияи ҳокимияти давлатии шаҳри Душанбе тадбирҳои саривақтӣ андешида мешаванд. Дар ин замина, супоришҳо оид ба ҷорӣ намудани хизматрасонӣ дар ду баст ҳатмӣ ҳисобида мешаванд. Инчунин, доир ба мумфаршсозии даромадгоҳҳои корхонаҳо ва таъмиру азнавсозии баъзе инфрасохтори барқӣ тадбирҳои мушаххас андешида шуд.

Дар баробари ин сатҳи сифати хизматрасониҳои нақлиётӣ, хусусан таксиҳо ва микроавтобусҳо дар мавриди риояи маданияти хизматрасонӣ ба дараҷае ташвишвар мебошад. Гарчанде аз ҷониби Хадамоти давлатии назорат ва танзим дар соҳаи нақлиёт ҷиҳати танзими ин масъала хусусан дар пойтахт дар ҳамкорӣ бо дигар сохторҳои назоратӣ тадбирҳои беҳтарсозӣ ба роҳ монда шуда бошанд, натиҷаи қонеъкунанда ба даст оварда нашудааст.

Мавод ва усули таҳқиқот

Дар чараёни таҳқиқот маводҳои оморӣ, ҳисоботҳои расмӣ, санадҳои меъёрии ҳуқуқии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи нақлиёт, барномаҳои рушди иҷтимоиву иқтисодии шаҳр, инчунин натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ ватанӣ хориҷӣ вобаста ба ташкили хизматрасонии нақлиёти шаҳрӣ истифода гардиданд. Дар доираи таҳқиқот нишондиҳандаҳои техникӣ-истифодабарии воситаҳои нақлиёт дар ҳатсайри интиҳобшуда муайян карда шуда, бо мақсади арзёбии натиҷаҳои тақмилдиҳии ташкили интиқоли мусофирон самаранокии иқтисодии чорабиниҳои пешниҳодшуда ҳисоб карда шуд. Ҳамчунин, арзиши аслии роҳиро барои электробус бо усули муқоисавӣ муайян гардид. Барои муайян намудани дурнамои рушди хизматрасонии нақлиёти пешгӯии ҳаҷми интиқоли мусофирон дар солҳои оянда анҷом дода шуд.

Бояд зикр намуд, ки нишондиҳандаҳои тавсиядиҳандаи инфрасохтори нақлиёт ва таҳқиқи дурнамои рушди он: ҳаҷми мусофирбарӣ; гардиши мусофирон; масофаи шабакаи нақлиётӣ; масофаи миёнаи сафар; миқдори миёнаи солони арзиши фондҳои асосӣ; шумораи коргарон; хароҷоти истифодабарии нақлиёт; талабот ба қувваи барқ ва дигар маводҳои сӯзишворӣ; арзиши аслии интиқол; ҳосилнокии меҳнат ва ғайраҳо мебошад.

Дар доираи тадқиқи ин самт, бо истифода аз усули муқоисавии маҳсулноки барои муайян намудани натиҷаҳои мушаххас, арзёбии самаранокии кори нақлиёти мусофирбар [1] дар ҳатсайрҳои шаҳрӣ зарур мебошад (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1 – Ҳисоби нишондиҳандаҳои техникӣ-истифодабарӣ

№	Номгӯи нишондиҳандаҳо	Воҳиди ченак	То қорӣ намудан	Пас аз қорӣ намудан
1	Вақт барои як гардиши нақлиёт	соат	1,58	1,58
2	Вақт барои гашти нулӣ	соат	0,50	0,50
3	Вақт дар ҳатсайр	соат	10,50	10,50
4	Шумораи гардишҳо дар як рӯз	адад	6,63	6,63
5	Маҳсулноки бо мус.км	мус.км	4549,263	4270,73
6	Маҳсулноки бо мусофирон	мусофир	1229,5	1154,3
7	Теъдоди матлуби воситаҳои нақлиёт	адад	12,20	13,00
8	Гашти миёнаи шабонарӯзӣ	км	1801,1	1918,5
9	Гашт бо мусофирон	км	1618,1	1723,6
10	Коэффитсиенти истифодаи гашт	-	0,898	0,898
11	Фосилаи ҳаракат	дақиқа	7,8	7,3
12	Зичии ҳаракат	авт/соат	7,7	8,2

Сарчашма: ҳисоби муаллиф

Истифодаи электробусҳо аз лиҳози экологӣ манфиатоварбуда, барои беҳтар намудани вазъи иҷтимоии аҳолии шаҳр мусоидат мекунад [5].

Баҳодиҳии сифати хизматрасонии нақлиёти аҳолиро ба назар гирифта, дар заминаи роҳҳои асосии тақмилдиҳии мусофирбарӣ [2] чорабиниҳои зерин пешниҳод карда мешавад: тақмили заминаи меъёрӣ-ҳуқуқӣ фаъолияти нақлиёти автомобилии мусофирбар бо назардошти талаботи муосир; таҷдид ва навсозии парки нақлиёти мусофирбар бо мақсади баланд бардоштани сатҳи бехатарӣ, бароҳатӣ ва коҳиш додани таъсири манфӣ ба муҳити зист; қорӣ намудани низомҳои муосири идоракунии ва мониторинги ҳаракати нақлиёт, аз ҷумла истифодаи технологияҳои рақамӣ [6]; беҳтар намудани сифати хизматрасонӣ ба мусофирон тавассути баланд

бардоштани сатҳи касбии кормандони соҳа; рушди инфрасохтори нақлиётӣ, аз ҷумла истгоҳҳо, тавакуффоҳҳо ва хатсайрҳои мусофирбарӣ; беҳтарнамоии шабакаи хатсайрҳо бо назардошти талаботи воқеии аҳоли ва селани мусофирон; тақвияти механизмҳои назорат ва баҳодиҳии сифати хизматрасониҳои нақлиётӣ ва ғ.

Барои дар амал тадбиқ намудани ин чорабиниҳо бо истифода аз усули хароҷотҳои овардашуда, тамоми хароҷотро нисбат ба самаранокии иқтисодӣ дида мебароем (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2 – Ҳисоби самаранокии иқтисодӣ аз тақмилдиҳии ташкили интиқоли мусофирон дар хатсайри намунавӣ

№	Номгӯи нишондиҳандаҳо	Воҳиди ченак	Қимати нишондиҳанда то ҷорӣ намудан	Қимати нишондиҳанда пас аз ҷорӣ намудан
1	Маоши ронандагон бо андоз ва пардохти иҷтимоӣ 20%	Ҳазор сомонӣ	1454,77	1549,64
2	Хароҷоти энергия	Ҳазор сомонӣ	3049,90	645,36
3	Хароҷоти равшан ва дигар амалиётҳо	Ҳазор сомонӣ	564,23	0,00
4	Хароҷоти таъмиру нигоҳдорӣ	Ҳазор сомонӣ	2093,01	1954,84
5	Таъмири шинаҳо	Ҳазор сомонӣ	248,25	264,44
6	Ҳисоби амортизатсионӣ	Ҳазор сомонӣ	2093,01	3909,69
7	Хароҷоти умумӣ, 10%	Ҳазор сомонӣ	950,32	832,40
8	Ҳамагӣ	Ҳазор сомонӣ	10453,49	9156,38
9	Самаранокии иқтисодӣ аз кам кардани хароҷот	Ҳазор сомонӣ	-	1297,11

Сарчашма: ҳисоби муаллиф

Пас аз ҷорӣ намудани чораҳои тақмилдиҳӣ, хароҷоти энергия ва дигар хароҷотҳои амалиётӣ ба таври назаррас коҳиш ёфта, хароҷоти умумӣ кам шуда, самаранокии иқтисодӣ аз кам кардани хароҷотҳо ба 1297,11 ҳазор сомонӣ расидааст.

Самаранокии иқтисодӣ аз ҳисоби кам шудани вақти сафар бо роҳи мутобиқ гардонидани он ба меъёрҳои амалкунанда ҳисоб карда мешавад. Давомнокии миёнаи вақти сафар дар айни замон 45 дақиқаро ташкил медиҳад. Дар ҳоле ки мутобиқи меъёрҳои шахрҳои дорои зиёда аз як миллион аҳоли, ин нишондиҳанда бояд ба 40 дақиқа баробар бошад.

Бо назардошти он, ки ҳаҷми мусофиркашонӣ дар шаҳри Душанбе дар соли 2024 ба 390,6 млн мусофир баробар аст, дар ҳолати ба меъёр мутобиқ намудани вақти сафар, сарфаи умумии вақт чунин муайян карда мешавад: $390600000 \times (45 - 40) = 1953000000$ дақиқа. Ин нишондиҳанда дар як сол ба 32550000 соат баробар мешавад.

Натиҷаҳои тадқиқот

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки баланд бардоштани самаранокии хизматрасониҳои нақлиётӣ дар шаҳри Душанбе ба тақмили нишондиҳандаҳои техникӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоии фаъолияти нақлиёти ҷамъиятӣ мусоидат менамояд. Дар асоси ҳисобҳои гузаронидашуда муайян гардид, ки истифодаи оқилонаи воситаҳои нақлиёт, беҳтар намудани ташкили ҳаракат ва мутобиқсозии ҷадвали ҳаракат ба талаботи воқеии мусофирон метавонад сатҳи хизматрасониҳо беҳтар намояд.

Барои арзёбии иқтисодии вақти сарфашуда, дар асоси музди меҳнати минималӣ (800 сомонӣ) ва меъёри вақти корӣ 165 соат дар як моҳ қабул карда шуда, арзиши як соати корӣ ба 4,8 сомонӣ баробар мегардад. Дар ин ҳолат, самаранокии иҷтимоӣ аз ҳисоби сарфаи вақт, барои хатсайри намунавӣ чунин мешавад: $5475000 \times (45 - 40) = 27375000$ дақиқа, ё ки 456250 соат. Арзиши иқтисодии сарфаи вақт барои ин хатсайр ба: $456250 \times 4,8 = 2190000$ сомонӣ баробар мегардад.

Дар умум коэффитсиенти самаранокӣ $E = (C_{и.с.х.} + C_{и.с.в.}) / M_{и.}$, ки дар инҷо $C_{и.с.х.}$ - самарани иқтисодӣ аз сарфаи хароҷот; $C_{и.с.в.}$ -самари иҷтимоӣ аз сарфаи вақти сафар; $M_{и.}$ -маблағгузориҳои иловагӣ барои харидории нақлиёти барқӣ.

$$E = \frac{1297110 + 2190000}{(3744000 - 1650000) * 13} = \frac{3487110}{27222000} = 0,128$$

Муҳлати бозгашти сармоя бошад ба: $T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,128} = 7,8$ сол баробар мешавад.

Дар натиҷа, муҳлати бозгашти сармоя 7,8 солро ташкил дода, нишон медиҳад, ки пешниҳод аз нигоҳи иқтисодӣ самаранок мебошад.

Барои ҳисоб кардани хароҷоти нақлиёт бо истифода аз усули арзиши аслии роҳкиро бо электробус чадвали 3 таҳия карда шуд:

Чадвали 3 – Ҳисоби арзиши аслии роҳкиро барои электробус

№	Нишондиҳандаҳо	Ченак	Қиммат
1	Музди меҳнати ронанда бо назардошти ФҲИА, 20%	сомонӣ	228,46
2	Харчи электроэнергия	сомонӣ	92,16
3	Харчи хизматрасонии техникӣ ва таъмири ҷории ТХ	сомонӣ	279,16
4	Хурдашавӣ ва таъмири шинаҳо	сомонӣ	37,76
5	Фонди амортизатсионӣ	сомонӣ	558,32
6	Харчи иловагӣ (10%)	сомонӣ	119,59
7	Ҳамагӣ	сомонӣ	1315,44
8	Тариф ба 1 м.км	сомонӣ	40,79
9	Арзиши аслии роҳкиро	сомонӣ	1,56

Сарчашма: ҳисоби муаллиф

Ҳисоб нишон медиҳад, ки арзиши аслии роҳкиро барои як мусофир дар электробус 1,56 сомонӣ мебошад, ки тамоми хароҷотҳои доимӣ ва тағйирёбанда ба назар гирифта шудаанд.

Дар асоси қарори раёсати МДК “Душанбенақлиётҳадомотрасон” таҳти фармони №11/и аз 06.10. соли 2021 роҳкиро 1,8 сомонӣ муқаррар шудааст, бо назардошти ин рентабелностро (фоиданокӣ)-ро ҳисоб менамоем, яъне $R = 1,8 - 1,56 / 1,56 \times 100\% = 15,38\%$. Ҳамин тавр, роҳкирои муқарраршуда барои муассисаҳои нақлиётии шаҳри Душанбе сатҳи самаранокӣ иқтисодиро бо фоиданокӣ тақрибан 15% таъмин менамояд, ки барои қабули қарорҳо оид ба сиёсати нархгузорӣ ва беҳтарсозии хизматрасонии нақлиётӣ дар шаҳр асоси илмиро фароҳам меорад.

Бо мақсади пешгӯии нишондиҳандаи натиҷавӣ [3] модели иқтисодию математикиро ($Y = 209 + 2,64 \cdot X_7 + 0,13 \cdot X_8 + 0,44 \cdot X_9 - 0,03 \cdot X_{13} + 0,09 \cdot X_{18} - 8,7 \cdot X_{21}$) истифода намуда, пешгӯии маҷмӯи тағйирёбандаҳои X -ро дар асоси усули матритсавӣ анҷом медиҳем.

Дар идомаи таҳлил, бо истифода аз усули матрисавӣ пешгӯии ҳаҷми интиқоли мусофирон [4] барои солҳои 2027-2030 муайян карда шуд (чадвали 4 ва расми 1).

Чадвали 4 – Пешгӯии ҳаҷми интиқоли мусофирон

Нишондиҳанда	Солҳо										Пешгӯӣ	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2027	2030
У - Ҳаҷми интиқоли мусофирон, млн.мус	258,2	257,9	263,8	275,4	282,4	259,3	301,0	345,4	356,2	390,6	475,0	531,2

Сарчашма: дар асоси маълумоти оморӣ ва ҳисоби муаллиф

Дар асоси маълумотҳо дида мешавад, ки ҳаҷми интиқоли мусофирон тамоюли афзоиш дошта, тибқи пешгӯӣ то солҳои 2027 - 2030 ба таври назаррас зиёд мегардад.

Бар асоси модели иқтисодию риёзӣ муайян карда шуд, ки афзудани дастрасӣ барои гурӯҳҳои осебпазир ба андозаи 1% боиси афзоиши ҳаҷми интиқоли мусофирон ба 2,64 млн. мус. гардида, боло бардоштани маоши миёнаи моҳона ба ҳар 1 сомонӣ ҳаҷми интиқоли мусофиронро

тақрибан 130000 мус. зиёд мекунад, дар ҳоле ки зиёдшавии вақти миёнаи сафар ба ҳар 1 дақиқа боиси камшавии ҳаҷми интиқоли мусофирон ба 8,7 млн. мус. баробар гардида, афзоиши теъдоди воситаҳои нақлиёти ҷамъиятӣ ба ҳар 1 адад боиси коҳишёбии ҳаҷми интиқоли мусофирон ба 30000 мус. мегардад.



Расми 1 – Пешгӯии ҳаҷми интиқоли мусофирон

Сарчашма: дар асоси маълумоти омӯӣ ва ҳисоби муаллиф

Муҳокима

Дар маҷмӯъ, натиҷаҳои бадастомада собит месозанд, ки татбиқи тадбирҳои пешниҳодшуда метавонад ба баланд гардидани сифати хизматрасонии нақлиётӣ, беҳтар шудани нишондиҳандаҳои иқтисодии соҳа ва таъмини рушди устувори низоми нақлиёти ҷамъиятии шаҳри Душанбе мусоидат намояд. Ин натиҷаҳо метавонанд ҳамчун замина барои таҳияи барномаҳо ва стратегияҳои минбаъдаи рушди нақлиёти шаҳрӣ истифода шаванд.

Барои беҳтарсозии хизматрасонии нақлиётӣ ба аҳолии шаҳри Душанбе, тадбирҳои мувофиқ пешбинӣ шудаанд, ки дар зер оварда шудааст (ҷадв. 5).

Ҷадвали 5 – Тадбирҳои иҷтимоӣ барои беҳтарсозии хизматрасонии нақлиётӣ ба аҳолии шаҳри Душанбе

№	Тадбирҳои иҷтимоӣ барои беҳтарсозии хизматрасонии нақлиётӣ ба аҳолии Душанбе
1	Ба назар гирифтани манфиатҳои гурӯҳҳои иҷтимоӣ барои таъмини дастрасии баробар ба хизматрасониҳои нақлиётӣ, баланд бардоштани самаранокии иҷтимоии он ва беҳтар кардани сифати зиндагии аҳоли
2	Мучахҳаз намудани воситаҳои нақлиёт ва истгоҳҳо бо унсурҳои махсус барои шахсони маъҷуб, баланд бардоштани дастрасии хизматрасониҳои нақлиётӣ барои қишрҳои иҷтимоии осебпазир
3	Омӯзонидани кормандон барои кор бо мусофирони камҳаракат, баланд бардоштани сатҳи хизматрасонӣ ва фароҳам овардани шароити муносиб барои онҳо
4	Қорӣ намудани роҳкироӣ имтиёзнок ва васеъ намудани минтақаҳои амалкунии имтиёзҳо, қорӣ намудани тарифҳои дифференсиалӣ барои донишҷӯён, пенсионерон ва оилаҳои камдаромад
5	Таъмини ҷойҳои нишастӣ бароҳат ва хизматрасонии афзалиятнок ба мусофирони ниёзманд, қорӣ намудани хатсайрҳои махсус ба муассисаҳои таълимӣ
6	Тақвияти имкони пардохти роҳкиро бо қортҳои электронӣ ва барномаҳои мобилӣ
7	Қорӣ намудани камераҳои назорати видеоӣ ва системаҳои алоқаи фаврӣ
8	Таъмини маълумоти дастрас ва саривақтӣ дар бораи хатсайрҳо, ҷадвалҳо ва тағйироти онҳо, истифодаи системаҳои мултимедиявӣ дар нақлиёт ва истгоҳҳо
9	Ташкили хатҳои алоқа ва барномаҳои мобилӣ барои шикоятҳо ва пешниҳодҳо, пурсишҳои мунтазам ва шунидани назари ҷомеа нисбати хизматрасонии нақлиётӣ

Сарчашма: таҳияи муаллиф

Хулоса

Рушди хизматрасонии нақлиёт бо беҳтар шудани дастрасӣ, камшавии вақти сафар ва афзоиши самаранокии он метавонад ба рушди устувори шаҳр, баландшавии сатҳи зиндагии аҳоли ва тақвияти адолати иҷтимоӣ мусоидат мекунад. Таъсири иҷтимоӣ ва иқтисодӣ, аз ҷумла қаноатмандии аҳоли ва беҳтар шудани шароити зиндагӣ, нишон медиҳанд, ки нақлиёт нақши муҳими стратегӣ дар рушди иҷтимоӣ ва экологии шаҳр дорад.

Бо мақсади баландбардории самаранокии хизматрасонии нақлиётӣ тавсия дода мешавад, ки чунин тадбирҳо амалӣ шаванд: такмили шабака ва низоми фаъолияти хатсайрҳо; навсозии парки нақлиётӣ бо назардошти вазъи экологӣ; "...ҷорӣ намудани низоми интеллектуалии идоракунии ҳаракат"[5]; баланд бардоштани сатҳи бехатарӣ ва ғайраҳо.

Ҳамин тариқ, татбиқи чорабиниҳои пешниҳодшуда метавонад ба беҳтар шудани сифати хизматрасонӣ ва рушди устувори низоми нақлиётии шаҳри Душанбе мусоидат намояд.

Муқарриз: Ғаҷабов А.А.- н.и.у., и.в. дотсенти қабедраи фаъолияти ғумруқии Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибқори Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Аррак А.О. Социально - экономическая эффективность пассажирских перевозок / Таллин: А.О. Аррак, 1982. - 139 с.
2. Евсюков М.В. Совершенствование организации и управления городского пассажирского транспорта. Автомобильный транспорт, 2000, №9, с. 9-11.
3. Рихтер К.Ю. Математическое моделирование транспортных процессов с учетом социально-экономических факторов: [Текст] / К.Ю. Рихтер А.П. Минаев. - М.: 1984. - 84 с.
4. Ходжаев П.Д. Прогнозирование показателей предложения услуг пассажирского автотранспорта / П.Д. Ходжаев. // Известия АН Республики Таджикистан, серия: Экономика. - Душанбе: Ирфон. - 2006. - С. 85.
5. Джалилов, У. Д. Методологические основы инноваций, как фактор устойчивого развития социально-экономических систем / У. Д. Джалилов, А. Н. Ашурзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2(54). – С. 91-100. – EDN MXLVPE.
6. Фохаков А.С., Мирзоева Н.Ш., Джалилов У.Дж. Новые информационные технологии на автомобильном транспорте // Известия Академии наук Республики Таджикистан. 2018. №1 (249). С. 99-102.
7. Саидзода, Ф. Ҳ. Таъсири рақамисозӣ ба нишондиҳандаҳои техникӣ-истифодабарии фаъолияти нақлиёти мусофирбари шаҳри Душанбе ва самаранокии истифодаи он / Ф. Ҳ. Саидзода, Н. Ш. Мирзоева // Паёми политехникӣ. Бахши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2026. – No. 1(73). – P. 160-168. – DOI 10.65599/III9332. – EDN AJWBYB.
8. Пиров, Ж. Т. Влияние распределения транспортных потоков на скорость сообщения на трехполосных сегментах улично-дорожных сетей / Ж. Т. Пиров, Ш. А. Бозоров, Д. Д. Мухторов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2023. – № 1(61). – С. 148-152. – EDN DXNUVP.

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

TJ	RU	EN
Саидзода Фирдавс Ҳамро	Саидзода Фирдавс Ҳамро	Saidzoda Firdavs Hamro
унвонҷӯй	соискатель	applicant
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: firdavs.saidov.70@mail.ru		

РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ф.Б. Усмонзода, С. Мехрон

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Данная статья посвящена вопросам цифровизации в экономике и рассматривает ее влияние на устойчивое развитие предприятий и организаций. В частности, подчеркивается, что цифровизация экономики оказывает положительное влияние на развитие предприятий и секторов экономики страны. Вместе с тем, устойчивое развитие предприятий может стать реальным при наличии инновационного запаса и эффективном использовании цифровых технологий.

Ключевые слова: Цифровизация, устойчивое развитие, предприятие, фактор, динамическая способность, цифровая трансформация, концепция, стратегия, государственная поддержка.

РАҚАМИКУНОӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ РУШДИ УСТУВОРИ КОРХОНАҲО

Ф.Б. Усмонзода, С. Мехрон

Мақолаи мазкур ба масъалаҳои рушди рақамикуноӣ дар иқтисодиёт бахшида шуда, таъсири онро ба рушди устувори корхонаву ташкилот баррасӣ менамояд. Аз ҷумла таъкид карда мешавад, ки рақамикуноӣ иқтисодиёт ба рушди корхонаҳо ва соҳаҳои иқтисоди кишвар таъсири мусбӣ дорад. Дар барбари ин рушди устувори корхонаҳо дар сурати доштани захираи инноватсионӣ ва истифодаи самараноки технологияҳои рақамӣ метавонад воқеӣ бошад.

Калидвожаҳо: рақамикуноӣ, рушди устувор, корхона, омил, қобилияти динамикӣ, гузариши рақамӣ, консепсия, стратегия, дастгирии давлатӣ.

DIGITALIZATION AS A FACTOR IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES

F.B. Usmonzoda, S. Mehron

This article is devoted to the issues of digitalization in the economy and examines its impact on the sustainable development of enterprises and organizations. It is particularly emphasized that the digitalization of the economy has a positive effect on the development of enterprises and sectors of the country's economy. At the same time, the sustainable development of enterprises can be realized if there is an innovative resource and the effective use of digital technologies.

Keywords: Digitalization, Sustainable development, Enterprise, Factor, Dynamic capability, Digital transformation, Concept, Strategy, Government support.

Ведение

Современный мир сталкивается с серьезными вызовами: неравномерное экономическое развитие стран, рост социального неравенства, нестабильные модели производства и потребления, нерациональное использование природных ресурсов. Эти факторы усиливают экономическую и социальную нестабильность, приводя к обострению проблем бедности и ухудшению качества жизни в менее развитых странах. Именно на фоне этих тенденций возникла концепция устойчивого развития, в основе которой лежит стремление к сбалансированному удовлетворению текущих потребностей без ущерба для будущих поколений [1].

Ключевыми направлениями реализации принципов устойчивого развития на глобальном уровне являются: ликвидация бедности, переход к ресурсосберегающим моделям производства и потребления, эффективное управление природными ресурсами, а также стимулирование устойчивого экономического роста. Основные принципы концепции устойчивого развития включают:

- рациональное использование природных и экономических ресурсов;
- обеспечение гармоничного развития, учитывающего потребности настоящего и будущего;
- координацию интересов государств и бизнеса с учетом экологических ограничений;
- внедрение комплексных решений, направленных на баланс между экономическим ростом и сохранением окружающей среды.

Реализация концепции устойчивого развития невозможна без активного участия предприятий (компании, фирмы) и бизнес-сообщества. Их вклад в устойчивое развитие в значительной степени обеспечивается за счет внедрения цифровых и инновационных технологий.

Постановка проблемы

Развитие цифровых технологий в XXI веке оказывает мощное влияние на экономику, формируя новую модель управления — цифровую экономику. В Таджикистане данное направление закреплено в Концепции цифровой экономики в Республике Таджикистан [2], которая определяет ключевой целью создание благоприятных условий для цифровой трансформации всех секторов экономики и общества. В основе этого процесса лежит обработка и использование

данных в цифровом формате, что позволяет повысить эффективность управления и ускорить инновационные преобразования.

Цифровая трансформация направлена на адаптацию к глобальным вызовам и создание условий для устойчивого развития. Республика Таджикистан ставит перед собой цель построения конкурентоспособной экономики, основанной на знаниях и технологиях, что открывает путь для интеграции в мировое цифровое сообщество [3]. Внедрение современных решений в управление, образование, здравоохранение и финансовый сектор не только улучшает качество жизни граждан, но и повышает эффективность государственного управления и бизнеса. Такой подход способствует развитию международного сотрудничества и привлечению инвестиций.

Цифровая трансформация экономики в Таджикистане развивается с разной скоростью в различных отраслях. Наибольшего прогресса удалось достичь в сферах банки и финансы, налогообложение, энергетика, образования и государственного управления⁶. Однако в реальном секторе, являющемся основой национальной экономики, цифровизация пока продвигается медленнее. Тем не менее, именно уровень инновационного развития в промышленности и производственном секторе во многом определяет конкурентоспособность страны на международной арене [4].

Внедрение цифровых технологий в экономику создает новые возможности, однако сопряжено и с рядом вызовов. В условиях быстрого технологического прогресса предприятия сталкиваются с необходимостью оперативного реагирования на изменения, что требует гибкости и адаптивности бизнес-процессов. В противном случае существует риск потери конкурентных позиций и возникновения сбоев в операционной деятельности. В этом контексте концепция устойчивого развития становится важным элементом стратегического развития компаний, позволяя им формировать устойчивые бизнес-модели, эффективно адаптирующиеся к динамично изменяющейся внешней среде.

С развитием цифровых технологий, таких как 5G, большие данные, облачные вычисления, облачное хранение и цифровые платформы, корпоративная цифровая трансформация набрала все большую популярность и привлекла внимание академического мира. Цифровизация — это трансформация, которая интегрирует цифровые технологии в операции компании и приводит к разработке новых организационных структур, бизнес-моделей, улучшенному взаимодействию с потребителями и совместному подходу.

С одной стороны, цифровая трансформация может принести компаниям множество преимуществ [5]. Одним из важнейших аспектов является развитие динамических способностей — способности организаций адаптироваться к изменениям и сохранять конкурентные преимущества в быстро меняющейся среде. Цифровая трансформация может улучшить способность компаний собирать и интегрировать информацию, одновременно максимизируя их существующие способности быстро реагировать на внешнюю среду, что, в свою очередь, позволяет компаниям развивать динамическую способность. Цифровая трансформация позволяет компаниям осуществлять продажи через несколько каналов, благодаря чему они могут исследовать группы клиентов и улучшать потребительский опыт покупок. Цифровые платформы и облачное хранение являются ключевыми факторами, которые позволяют компаниям улучшить свою способность к усвоению информации. Эта способность служит механизмом обучения для адаптации к внешним знаниям и улучшения инноваций в процессах компании. Корпорации могут формировать сеть добавленной стоимости с использованием цифровых технологий, тем самым извлекая выгоду из знаний друг друга. Более того, внутри корпораций цифровизация может включать интеграцию различных технологий для создания надежной управленческой или операционной системы и встраивания ее в их первоначальную организационную структуру. Таким образом, цифровая трансформация помогает компаниям развивать конкурентное преимущество, особенно в традиционных отраслях, что приводит к улучшению результатов. Однако цифровая трансформация часто требует значительных предварительных инвестиций на начальном этапе. Эта потребность может повлиять на краткосрочные результаты и принести выгоду в долгосрочной перспективе.

⁶ https://khovar.tj/rus/2024/03/kakov-uroven-tsifrovizatsii-v-tadzhikistane-rassmatrivaem-osnovnye-problemy-i-reshenie/?utm_source

С другой стороны, цифровая трансформация ставит перед компаниями определенные вызовы. Один из этих вызовов заключается в разработке подходящей организационной структуры. [6] утверждают, что менеджеры должны следить за когнитивным обновлением, развивать динамику бизнес-команд и улучшать организационную способность. В производственных отраслях адаптация интернета вещей требует от компаний создания новых корпоративных единиц для управления этими технологиями, а сотрудничество между новыми и старыми корпоративными единицами также является сложной задачей. Цифровизация на рабочем месте может существенно повлиять на основную цифровую/человеческую конфигурацию организации. Цифровизация сокращает иерархические уровни в компаниях, влекущие за собой более плоские корпоративные структуры. Кроме того, цифровая трансформация оказывает влияние на бизнес-модели: ускоряется цикл разработки новых продуктов, размываются традиционные границы владения активами, что требует адаптации к быстро эволюционирующим рыночным условиям. В результате компании вынуждены внедрять новые модели ведения бизнеса, основанные на цифровых технологиях, что открывает дополнительные возможности для роста и устойчивого развития.

Основные результаты

Как на глобальном уровне, так и в рамках отдельных организаций, устойчивого развития способствует позитивным изменениям в экономической, социальной и экологической сферах. Оно обеспечивает рост качества жизни, развитие человеческого капитала и улучшение состояния окружающей среды. Важно подчеркнуть тесную связь процессов устойчивого развития с цифровизацией. Устойчивое развитие бизнеса возможно только при активном применении современных информационных технологий и цифровой трансформации всех ключевых направлений деятельности. Одним из важнейших преимуществ цифровых решений является возможность оперативного выявления факторов, способных нарушить устойчивость предприятия. Внедрение цифровых технологий сокращает издержки, снижает уровень ошибок, связанных с человеческим фактором, и повышает общую стабильность компаний в условиях нестабильного рынка.

Согласно Индексу готовности государственного управления искусственным интеллектом (2023г.) среди 198 стран мира Республика Таджикистан занимает 111-е место. Данный показатель свидетельствует о стремлении правительства интегрировать инноваций в области искусственного интеллекта в государственные услуги⁷.

В республике, имеются успешные примеры использования цифровых технологий в промышленности. Среди них можно отметить такие компании, как ООО «Гаюр», ЗАО «Фароз», ЗАО «Норд Азия Металл», ЗАО "Оби-Зулло" Истаравшан и другие. Цифровизация промышленных предприятий позволяет улучшить их устойчивость за счет быстрой и точной оценки финансово-экономического состояния, технического состояния оборудования, а также более эффективного управления маркетингом и логистикой. Технологии больших данных, искусственного интеллекта и интернета вещей помогают проводить мониторинг и прогнозирование износа активов, повышая экономическую эффективность и стабильность предприятий.

Достижение целей устойчивого развития требует решения ряда задач на всех уровнях. Для отдельных предприятий ключевые задачи включают:

- обеспечение стабильного экономического роста;
- оптимизацию ресурсов и снижение затрат;
- внедрение инновационных технологий и практик;
- повышение энергоэффективности и снижение выбросов углерода;
- улучшение социальных условий труда и обеспечение права работников;
- защита окружающей среды и рациональное использование ресурсов.

Реализация этих задач на уровне отдельных компаний способствует достижению устойчивого развития на более высоких уровнях, включая отраслевой и национальный. Эффективная стратегия устойчивого развития для бизнеса должна включать:

1. Определение ключевых целей устойчивого развития.

⁷ Government AI Readiness Index 2023, ©2023 Oxford Insights.

2. Декомпозицию целей для конкретных подразделений.
3. Разработку системы ключевых показателей.
4. Интеграцию показателей в корпоративные стратегии.
5. Внедрение инновационных технологий для повышения эффективности процессов.
6. Разработку проектных инициатив и операционных планов.
7. Обучение и вовлечение сотрудников в процессы устойчивого развития.
8. Регулярный мониторинг и анализ достигнутых результатов.
9. Оценку и пересмотр стратегии на основе собранных данных и полученных результатов.
10. Корректировку стратегий и программ в соответствии с изменяющимися условиями.
11. Установление партнерств с другими организациями, правительственными и неправительственными структурами для совместного достижения целей.

Теория динамических способностей помогает понять, как цифровая трансформация влияет на компании. Динамические способности — это умение фирмы адаптироваться к изменяющимся бизнес-средам, чтобы поддерживать своё конкурентное преимущество [6]. Введение концепции устойчивого развития значительно изменило внешний ландшафт для компаний. Например, многие лидеры в отрасли выступают за устойчивую цепочку поставок, а правительства вводят экологические нормы, что создаёт новые требования для бизнеса. Эти изменения побуждают компании разрабатывать эффективные инструменты для наращивания своих динамических способностей и адаптации к быстро меняющейся среде.

Цифровая трансформация представляет собой организационное преобразование, которое включает в себя цифровые технологии. И это не просто модный тренд, а действительно полезный инструмент для оптимизации процесса распределения ресурсов внутри компании. Более того, цифровизация ускоряет обмен информацией среди сотрудников и снижает барьеры между различными департаментами. Это позволяет быстро переключать инвестиции в ключевые направления, такие как технологические инновации.

Известно, что достаточные инвестиции в НИОКР могут существенно продвинуть технологические инновации, подтверждая, что цифровая трансформация действительно приносит пользу в этой сфере за счёт централизации капитальных ресурсов. Кроме того, цифровая трансформация помогает компаниям лучше реагировать на изменения внешней среды. Цифровая трансформация может ускорить стратегическое обновление, позволяя перестраивать бизнес-модели, формировать совместные подходы и развивать корпоративную культуру.

Заключение

Технологии стали частью нашей повседневной жизни, изменив почти всё, что мы делаем — от получения информации до выполнения повседневных задач, таких как готовка и уборка. Они также изменили мир бизнеса, позволив компаниям различных секторов стать более продуктивными и эффективными, а также обратиться к новым клиентам, что, в целом, означает повышение конкурентоспособности. Факторы, влияющие на конкурентоспособность промышленных предприятий, изменяются почти каждый год. В последние годы цифровизация и инновации стали ключевыми факторами получения конкурентного преимущества. Способность организации быстро адаптироваться к новым технологиям в ответ на изменяющийся ландшафт, с которым мы сталкиваемся в последнее время, будет влиять на скорость её восстановления. Главная цель цифровой трансформации — пересмотреть промышленные предприятия через внедрение цифровых технологий, добиваясь конкурентных преимуществ путём повышения производительности, сокращения затрат и способствования инновациям. Цифровизация и разумное использование информационных и коммуникационных технологий являются критически важными факторами успешной инновации, конкурентоспособности и роста, предоставляя возможности для укрепления рыночной позиции предприятий. Несмотря на то что цифровая трансформация открывает перед компаниями возможности для инноваций и роста, значительные барьеры продолжают препятствовать реализации этих возможностей и замедляют процесс цифровизации на этом уровне.

Таким образом, способность организаций адаптироваться к стремительно меняющимся внешним условиям, включая цифровую трансформацию, в значительной мере определяет их устойчивое развитие. Достижение этой цели возможно только при наличии у компании высокого

инновационного потенциала и эффективном использовании современных информационно-коммуникационных технологий. Значительную роль в поддержке устойчивого развития бизнеса играют государственная поддержка и создание институциональной основы.

Рецензент: Ятимзода В. – к.э.н., начальник управления градостроительства центрального аппарата Комитета по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан.

Литература

1. Теоретические основы концепции устойчивого развития (<https://articlekz.com/article/13309>).
2. Концепция цифровой экономики в Республике Таджикистан (постановление Правительства Республики Таджикистан от «30» декабря 2019 года, №642)
3. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года, стр. 58. (https://mmk.tj/system/files/ArticleAttachments_1.pdf)
4. Ф. Усмонзода. Дастоварҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба ҳадафҳои рушди устувор ва нақши саноат дар раванди мазкур. ТДУ:338//Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. - 2024. - №12. – 1,0 п.л.
5. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/03063070241308100>
6. Li H, Wu Y, Cao D, et al. (2021) Organizational mindfulness towards digital transformation as a prerequisite of information processing capability to achieve market agility. Journal of Business Research 122: 700–712
7. Teece DJ, Pisano G, Shuen A (1997) Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal 18(7): 509–533.
8. https://khovar.tj/rus/2024/03/kakov-uroven-tsifrovizatsii-v-tadzhikistane-rassmatrivaem-osnovnye-problemy-i-reshenie/?utm_source.
9. Government AI Readiness Index 2023, ©2023 Oxford Insights.
10. Бозоров, Ш. А. Истифодаи барномаи Excel барои оптимизатсияи арзиши харҷномавӣ / Ш. А. Бозоров // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2025. – No. 4(72). – P. 39-41. – DOI 10.65599/GVAE2027. – EDN KFJTZC
11. Исмоилов, М. И. Масъалаи истифодаи оқилонаи нерӯи барқ ва самаранокии он / М. И. Исмоилов, Ф. Б. Усмонзода, Қ. Н. Убайдзода // Паёми политехникӣ. Баҳши: Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2026. – No. 1(73). – P. 151-155. – DOI 10.65599/III8305. – EDN LPQXUE.

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

TJ	RU	EN
Усмонзода Фатҳиддин Бадриддин н.и.и., дотсенти кафедраи иқтисодиёт ва идоракунии дар сохтмон	Усмонзода Фатҳиддин Бадриддин к.э.н., доцент кафедры экономики и управления в строительстве	Usmonzoda Fathiddin Badriddin Candidate of Economical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: fathiddinismonov@mail.ru		
TJ	RU	EN
Самад Меҳрон Зафар Докторанти Phd	Самад Мерон Зафар Phd Докторант	Samad Mehron Zafar Phd applicant
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: samadmechron@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 IMRAD⁸ 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' BACKGROUND)	оформляется в конце статьи в следующем виде:

⁸ 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 ⁹			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID ¹⁰ Id			
Телефон			

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)	Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой. Пример: 1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX. 2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи
ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).	Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно). Пример данного раздела: 1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов. 2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации
ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)	
БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)	Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)	Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)	В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них. Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе). Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладах на конференциях и семинарах.

⁹ Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

¹⁰ 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

Наименование	Требования	Примечания
		вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК ¹¹	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 ¹² , организации ¹³ , заголовки и реферат ¹⁴ и ключевые слова ¹⁵ на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

К статье прилагается (см. <http://vp-es.ttu.tj/>):

1. Сопроводительное письмо (приложение 1А).
2. Авторское заявление (приложение 1Б).
3. Лицензионный договор (приложение 1В).
4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати (приложение 1Г).
5. Рецензия (приложение 1Д).

¹¹ 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/>

¹² 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.

¹³ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

¹⁴ 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.

¹⁵ 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
Мухаррири матни англисӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	Ш.Р. Орифова
Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Редактор английского 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 26.06.2026 имзо шуд. Ба матбаа 30.06.2026 супорида шуд.

Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8

Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А