

ISSN 2519-4062

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд

МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ
«ПАЁМИ ДПДТТ
ба номи академик М.С. Осимӣ»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
ТАДЖИКИСТАН

Политехнический институт Таджикского технического
университета имени академика М.С. Осими в городе Худжанде

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
«ВЕСТНИК ПИТТУ
имени академика М.С. Осими»

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF
TAJIKISTAN

Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University
named after academition M.S. Osimi

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL
“BULLETIN OF PITTU
named after academician M.S. Osimi”

№ 4 (37), 2025
Хучанд – Khujand

Маҷаллаи «Паёми ДПДТТ» 4 маротиба дар 1 сол бо забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ нашр мешавад. Дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст (шаҳодатномаи №327/МЧ аз 15.02.2024)

ШУРОИ ТАҲРИРӢ

- Саъдуллозода Шаҳриёр Саъдулло, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ – Раис (Хучанд);
- Назаров Абдушукур Абдурахимович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ (Хучанд);
- Сидоров Александр Иванович, Донишгоҳи давлатии Урали ҷанубӣ (Донишгоҳи миллии тадқиқотӣ), (Челябинск);
- Саидӣ Дилафрӯз Раббизода, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, (Хучанд);
- Мисели Росарио, Донишгоҳи Палермо (Палермо, Италия);
- Вальчев Станимир, Донишгоҳи нави Лиссабон, (Лиссабон, Португалия);
- Авезов Азизулло Ҳабибович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, (Хучанд);
- Грачева Елена Ивановна, Донишгоҳи давлатии энергетикаи Қазон (Қазон);
- Куликов Александр Леонидович, Донишгоҳи давлатии техникаи Нижний Новгород (Нижний Новгород);
- Мингалева Жанна Аркадьевна, Донишгоҳи миллии тадқиқотии политехникии Перм (Перм);
- Михеев Георгий Михайлович, Донишкадаи (филиали) Донишгоҳи политехникии Маскав (Чебоксары);
- Саидмуродов Лютфилло Ҳабибуллоевич, Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон (Душанбе);
- Сафаров Маҳмадалӣ Маҳмадиевич, филиали Университети давлатии Москва ба номи М.В. Ломоносов дар Душанбе (Душанбе);
- Сафин Алфред Робертович, Донишгоҳи давлатии энергетикаи Қазон (Қазон);
- Аҳмедов Усмонҷон Ҳомидҷонович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик. М.С. Осимӣ (Хучанд).

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

- Авезов Азизулло Ҳабибович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ — сармуҳаррир;
- Авезова Маҳбуба Муҳаммадовна, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ;
- Акрамова Заррина Башировна, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ;
- Мақсудов Хуршед Темурович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ;
- Низомиддинов Аҳлитдин Илеситдинович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ;
- Худойбердиев Хуршед Атахонович, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ;
- Тошхоҷаева Муҳайё Исломовна, Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

©ДПДТТ, 2025

*Журнал «Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими» основан в 2016 году,
выходит 4 раза в год на таджикском, русском и английском языках
Зарегистрирован в Министерстве культуры Республики Таджикистан
(Свидетельство № 327/МЧ от 15.02.2024)*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- **Саъдуллозода Шахриёр Саъдулло**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде – Председатель (Худжанд);
- **Назаров Абдушукур Абдурахимович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде (Худжанд);
- **Сидоров Александр Иванович**, Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет), (Челябинск);
- **Саиди Дилафруз Раббизода**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде, (Худжанд);
- **Мичели Росарио**, Университет Палермо, (Палермо, Италия)
- **Валчев Станимир**, Новый университет Лиссабона, (Португалия)
- **Авезов Азизулло Хабибович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими, в городе Худжанде (Худжанд);
- **Грачева Елена Ивановна**, Казанский государственный энергетический университет (Казань);
- **Куликов Александр Леонидович**, Нижегородский государственный технический университет (Нижний Новгород);
- **Мингалева Жанна Аркадьевна**, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь);
- **Михеев Георгий Михайлович**, Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета (Чебоксары);
- **Саидмуродов Лютфилло Хабибуллоевич**, Национальная академия наук Таджикистана (Душанбе);
- **Сафаров Махмадали Махмадиевич**, Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе (Душанбе);
- **Сафин Альфред Робертович**, Казанский государственный энергетический университет (Казань);
- **Ахмедов Усмонджон Хомиджонович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде (Худжанд).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- **Авезов Азизулло Хабибович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде – главный редактор;
- **Авезова Махбуба Мухамедовна**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде;
- **Акрамова Заррина Башировна**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде;
- **Максудов Хуршед Темурович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде;
- **Низамитдинов Ахлитдин Илёситдинович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде;

- **Худойбердиев Хуршед Атахонович**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде;
- **Тошходжаева Мухайё Исломовна**, Политехнический институт ТТУ имени акад. М.С. Осими в городе Худжанде.

©ПИТТУ, 2025

The journal “Bulletin of PITTU” is founded in 2016 and issues at least 4 times a year in Tajik, Russian and English languages. Registered in the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan (License №327/MQ from 15.02.2024)

EDITORIAL COUNCIL

- **Sadullozoda Shakhriyor Sadullo**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi – Chairman (Khujand);
- **Nazarov Abdushukur Abdurakhimovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi (Khujand);
- **Sidorov Alexander Ivanovich**, South Ural State University (National Research University), (Chelyabinsk);
- **Saidi Dilafruz Rabbizoda**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi, (Khujand);
- **Miceli Rosario**, University of Palermo (Palermo, Italy);
- **Valchev Stanimir**, New University of Lisbon, (Lisbon, Portugal);
- **Avezov Azizullo Khabibovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi, (Khujand);
- **Gracheva Elena Ivanovna**, Kazan State Power Engineering University (Kazan);
- **Kulikov Alexander Leonidovich**, Nizhny Novgorod State Technical University (Nizhny Novgorod);
- **Mingaleva Zhanna Arkadyevna**, Perm National Research Polytechnic University (Perm);
- **Mikheev Georgy Mikhailovich**, Cheboksary Institute (branch) of Moscow Polytechnic University (Cheboksary);
- **Saidmurodov Lutfilo Khabibulloevich**, National Academy of Sciences of Tajikistan (Dushanbe);
- **Safarov Mahmatali Mahmadiyevich**, Branch of Moscow State University named after M.V. Lomonosov in Dushanbe (Dushanbe);
- **Safin Alfred Robertovich**, Kazan State Power Engineering University (Kazan);
- **Akhmedov Usmondzhon Khomidzhanovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi (Khujand).

EDITORIAL BOARD

- **Avezov Azizullo Khabibovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi – editor-in-chief;
- **Avezova Mahbuba Mukhamedovna**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi;
- **Akramova Zarrina Bashirovna**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi;
- **Maksudov Khurshed Temurovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi;
- **Nizamitdinov Akhlitdin Ilesitdinovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi;
- **Khudoyberdiev Khurshed Atakhonovich**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi;
- **Toshkhodjaeva Mukhayo Islomovna**, Polytechnic Institute of TTU named after M.S. Osimi.

СОДЕРЖАНИЕ

СТР

05 00 00 Технические науки

05 13 00 Информатика, вычислительная техника и управление

| | |
|---|-----------|
| <i>Ғафуров М.Х. Бадалсозии унсурҳои матн бо истифодаи усули виженер.....</i> | 8 |
| <i>Садрриддинзода Н. Мультимодальная система распознавания изображений на основе CLIP VIT-B/32 с анализом сходства и визуализацией.....</i> | 25 |
| <i>Солиева М.Т., Қодирова Х.М. Идораи овозии воситаҳои техникаи хизматрасонӣ: принципҳо, технологияҳо ва самтҳои рушд.....</i> | 38 |

05 14 00 Энергетика

| | |
|---|-----------|
| <i>Грунтович Н.В., Грунтович Н.В. Прогнозирование электрической дуги внутри бака силового маслонаполненного трансформатора.....</i> | 46 |
| <i>Ходжиев А.А., Дадабаев Ш.Т. Методика компьютерного моделирования нагрева обмоток электродвигателей насосных агрегатов при пусковых режимах работы.....</i> | 56 |

08 00 00 Экономические науки

08 00 01 Экономическая теория

08 00 05 Экономика и управление народным хозяйством

| | |
|--|------------|
| <i>Авезов А.Х., Бакаев М.Х. Современные тенденции и факторы экономического роста Республики Таджикистан.....</i> | 66 |
| <i>Хомидова М.И., Разыков З.А. Современное состояние и проблемы развития электроэнергетической системы в условиях обеспечения энергетической независимости Таджикистана.....</i> | 80 |
| <i>Авезова М.М., Қаюмова С.А. Самаранокӣ сохтори ташиқили идоракунии корхонаҳои саноати насосҷӣ дар шароити ноустувории иқтисодӣ.....</i> | 91 |
| <i>Мансурова М.Г. Нелинейные эффекты влияния диверсификации на объёмы промышленного производства.....</i> | 108 |
| <i>Окилджонова Ш.Ю. Формирование устойчивой модели развития экономики на основе трансформации инвестиционных потоков.....</i> | 119 |
| <i>Раскрытие возможностей. Международный аналитический обзор промышленности и горнодобывающего сектора Таджикистана на 2025 год.....</i> | 128 |

CONTENT

| | Page |
|---|------|
| 05 00 00 Engineering science | |
| 05 13 00 Informatics, Computer Science and Management | |
| <i>Gafurov M.Kh. Encryption of textual elements using the vigenère method.....</i> | 8 |
| <i>Sadriddinzoda N. Multimodal image recognition system based on CLIP VIT-B/32 with similarity analysis and visualization.....</i> | 25 |
| <i>Solieva M.T., Kadirova Kh.M. Voice control of service technical devices: principles, technologies, and development directions.....</i> | 38 |
| 05 14 00 Power engineering | |
| <i>Gruntovich N.V., Gruntovich N.V. Forecasting electrical arcs inside the tank of a power oil-filled transformer.....</i> | 46 |
| <i>Hojiev A.A., Dadoboev Sh.T. Computer modeling method of heating the windings of electric motors of pumping units during starting operating modes.....</i> | 56 |
| 08 00 00 Economic sciences | |
| 08 00 01 Economic theory | |
| 08 00 05 Economics and management of national economy | |
| <i>Avezov A.Kh., Bakaev M.Kh. Modern trends and factors of economic growth of Tajikistan.....</i> | 66 |
| <i>Khomidova M.I., Razykov Z.A. Current status and problems of the development of the region's electric power system in the context of ensuring Tajikistan's energy independence.....</i> | 80 |
| <i>Avezova M.M., Kayumova S.A. Efficiency of the organizational management structure of a textile industry enterprises under conditions of economic instability.....</i> | 91 |
| <i>Mansurova M.G. Nonlinear effects of diversification on the volumes of region industrial production.....</i> | 108 |
| <i>Oqiljonova Sh.Y. Formation of a sustainable development model of soghd region of tajikistan based on the transformation of investment flows.....</i> | 119 |
| <i>Unlocking Opportunities: An international analytical review of Tajikistan's industry and mining sector to 2025.....</i> | 128 |

05 00 00 ИЛМҲОИ ТЕХНИКӢ
05 00 00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
05 00 00 TECHNICAL SCIENCES

05 13 00 ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОРӢ ВА ИДОРА
05 13 00 ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
05 13 00 COMPUTER SCIENCE, COMPUTER FACILITIES AND MANAGEMENT

УДК 003.26:004.056.55

БАДАЛСОЗИИ УНСУРҲОИ МАТН БО ИСТИФОДАИ УСУЛИ ВИЖЕНЕР

Ғафуров Миршафи Ҳамитович – номзади илмҳои техникӣ, дотсент, факултети технологияҳои рақамӣ, системаҳо ва ҳифзи иттилоот, Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, mirugaf56@gmail.com

Чакида. Мақолаи мазкур дар бораи таҳияи усули нави бадалсозии объектҳои матнӣ ҷиҳати беҳтар кардани амнияти иттилоотӣ ва муҳофизат аз киберҷинояткорон (қулфшиканон, хакерон) мебошад. Чараёни бадалсозии пешниҳодишуда аз истифодаи анъанавии рақамгузориҳои символҳои алоҳида (униграммаҳо) дар алифбои бадалсозӣ сарфи назар мекунад. Ба ҷои он, унсурҳои забониносии (лингвистикӣ) рақамгузоришуда, аз қабилӣ каллимаҳои решагӣ, пешоянду пасояндҳо, ҳичою аъзоёни пайрави ҷумла ва биграммаю триграммаҳо ҳамчун асос барои таҳияи алифбои хусусии (беназири) бадалсозӣ истифода мешаванд. Дар алгоритм раванди ба унсурҳо тақсим кардани матни кушода, таҳияи алифбои хусусӣ, рақамгузориҳои унсурҳои он ва истифодаи минбаъдаи калиди ихтиёрӣ бадалсозӣ (бо истифода аз усули бадалсозии Виженер дар мисоли объекти матнӣ кушода) муфассал тасвир шудааст. Нишон дода шудааст, ки истифодаи алифбои хусусии таҳияшудаи бисёркомпонентаи унсурҳои ихтиёрӣ рақамгузоришуда устувории криптографӣи матни бадалишударо хеле баланд мекунад. Усули бадалсозии пешниҳодишуда нисбати татбиқи забонҳои гуногун хусусияти ҳамаҷониба дошта, истифодаи мушаххас ва самаранокӣ он ба хусусиятҳои хоси имло ва лингвистикаи он забоне, ки матни додашуда иншо гардидааст, алоқаи зич дорад.

Калидвожаҳо: объект, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ, алифбои хусусӣ, унсур, аломат, калид, вариант, устуворӣ, киберҷиноят.

МУҚАДДИМА

Дар аксари усулҳои бадалсозии объектҳои матнӣ аз алифбои стандартӣ забони матнӣ символҳои пайдарпай рақамгузоришуда истифода мекунанд. Ин раванд аз давраи қадим, мисол аз шифри Сезар то баъзе усулҳои бадалсозии муосир тарзи бадал кардани як символ ба симболи дигарро (бадалсозии униграммӣ) татбиқ мекунанд, ки ҳар як символҳои алифбои стандартӣ забони матнӣ истифодашаванда рақамгузорӣ шуда, пас аз рӯи ягон қоида

калиди бадалсозӣ (он махфӣ мебошад) сохта ва чараёни бадалсозӣ амалӣ карда мешавад. Ин тарзҳои бадалсозӣ дар қорҳои як қатор олимони¹ мавриди

¹ Басалова Г.В. Основы криптографии. Тула: Изд-во Тульского государственного университета, 2009; Бернет С., Пэйн С. Криптография. Официальное руководство RSA Security. М.: Бином, 2007; Яценко В.В. Введение в криптографию. М.: МЦНМО: «ЧеРо», 2000; Зубов А.Ю. Криптографические методы защиты информации. Совершенные шифры. М.: Гелиос АРВ, 2005;

баррасӣ қарор дода шудаанд. Дар амалия истифода шудани таҷҳизоти электроники пуриқтидор (суперкомпютерҳо, компютерҳои квантӣ) ба киберчинояткорон, шахсони алоҳидаи ҳавасманд, кулфшиканҳо имкон фароҳам меорад, ки бо усулҳои таҳлили басомадҳои (зуддӣ, тақроршавӣ) символҳои дар матнбуда матни бадалшударо ба ҳолати ибтидоӣ (кушода) табдил диҳанд.

Барои бартароф кардани чунин ҳолат тарзи сохтани алифбои хусусии унсурҳои он аз матни додашуда бударо пешниҳод мекунем, ки он барои ҳар як матн алоҳида сохта мешавад. Дар қорҳои Усмонов З.Д. ва Қосимов А.А.² омода-

созии пойгоҳи пешояндҳо, пасояндҳо, таҳлили морфологӣ калимаҳо дар забони адабии тоҷикӣ ва арзёбии истифодаи биграммаҳо дар худмуайянкунии матн мавриди баррасӣ қарор дода шудаанд. Дар қори Гафуров М. Ҳ. “Бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи символҳои забон” истифодаи униграммаҳо ва тарзи сохтани варианти алифбои хусусӣ аз онҳо, таҳияи варианти калиди ихтиёрии пӯшида оварда шудааст. Дар қори дигари Гафуров М. Ҳ. “Тарзи сохтани алифбои уникалии бадалсозӣ” тарзи сохтани варианти алифбои бадалсозии беназир мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Дар қори Гафуров, М. Ҳ. “Татбиқи усули оператор-матритсавӣ ва калиди дукарата дар бадалсозии объект”³ тарзи бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи унсурҳои матн, ки дар он варианти калиди пӯшида бо усули стохастикӣ сохта шудаанд, оварда шудааст. Дар якҷанд мақолаҳои дигари Гафуров М.Х.⁴

Левин М. Криптография без секретов: Руководство пользователя. М.: Новый издательский дом, 2005; Мао В. Современная криптография. Теория и практика. М.: Вильямс, 2005. 763 с.; Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. М.: Радио и связь, 2001; Рябко Б.Я., Фионов А.Н. Криптографические методы защиты информации. М.: Горячая линия-Телеком, 2005; Шнайер Б., Фергюсон Н. Практическая криптография. М.: Диалектика, 2005; Шеннон К. Теория связи в секретных системах. Сборник «Работы по теории информации и кибернетике». М., ИЛ, 1963. С. 333-369; Сингх С. Книга шифров. Тайная история шифров и их расшифровки. М.: Аст, Астрель, 2006. 447 с.; Бауэр Ф. Расшифрованные секреты. Методы и принципы криптологии. М.: Мир, 2007. 550 с.; Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. М.: Триумф, 2003. 806 с.; Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А. В. Основы криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2001. 479 с.

² Усмонов З.Д. О формировании базы префиксов таджикского литературного языка. / З.Д. Усмонов, Г.М. Довудов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2009, т. 52, № 6. С.431-436; Усмонов З.Д. О множестве постфиксов таджикского литературного языка. / З.Д. Усмонов, О.М. Солиев, Г.М. Довудов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2009, т. 53, № 2.

С.99-103; Усмонов З.Д. Морфологический анализ словоформ таджикского языка: монография. / З.Д. Усмонов, Г.М. Довудов / Душанбе: «Дониш», 2015. – 130 с.; Косимов А.А. Оценка эффективности использования триграмм при идентификации текста. / А.А. Косимов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2017. № 1 (166). С. 51-57.

³ Гафуров, М. Ҳ. Татбиқи усули оператор-матритсавӣ ва калиди дукарата дар бадалсозии объект / М. Ҳ. Гафуров // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2023. № 1 (26). С. 13-19.

⁴ Гафуров, М. Ҳ. Операторное применение шифрования элементов языка с квадратом Полибея / М. Ҳ. Гафуров // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2024. № 1 (56). С. 159-164; Гафуров, М. Ҳ. Применение биграмм в шифровании текстовых объектов с использованием квадрата Полибея и двойного ключа / М. Ҳ. Гафуров, Р. Б. Гиесов // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-

тарзи бадалсозии объекти матнӣ бо татбиқи усули Полибей, ки дар он унсурҳои матн (калимаҳои решагӣ, пешоянду пасоянд ва дигар аъзоёни чумла), биграмма ва триграммаҳои тарафи чап истифода шудаанд, мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Дар қорҳои дигари Ғафуров М.Х.⁵ тарзи бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи усулҳои матритсавӣ ва оператор-матритсавӣ, ки унсурҳои матн (калимаҳои решагӣ, пешоянду пасоянд ва дигар аъзоёни чумла, биграмма ва триграммаҳои тарафи чап) истифода шудаанд, мавриди баррасӣ қарор дода шудааст. Дар қори Ғафуров М. Х. “Применение биграмм, триграмм и многозначных чисел при разработке ключа шифрования текстового объекта” бо истифодаи унсурҳои матн (биграммаҳо, триграммаҳо) ва ададҳои бисёррақама, ки дар асоси онҳо калиди бадалсозии объекти матнӣ сохта мешавад, мавриди баррасӣ қарор дода шудааст. Дар қори Ғафуров М. Х. “Такмили усули Виженер дар бадалсозии объектҳои матнӣ” такмили усули Виженер дар бадалсозии объектҳои матнӣ дида баромада шудааст. Дар қори Ғафуров М.Х. “Об одном способе шифрования текстовых объектов с использованием нумерации его элементов”⁶ бадалсозии объектҳои матнӣ бо истифодаи рақамгузориҳои стохастикӣ унсурҳои он мавриди баррасӣ гардидааст.

математических, химических, геологических и технических наук. 2025. № 3(200). С. 59-66.

⁵ Ғафуров, М. Х. Татбиқи усулҳои матритсавӣ ва оператор-матритсавӣ бар бадалсозии объектҳои матнӣ бо истифодаи биграммҳо ва триграммҳо / М. Х. Ғафуров // Вестник ПИИТУ имени академика М.С. Осими. 2024. № 4 (33). С. 8-22.

⁶ Ғафуров, М. Х. Об одном способе шифрования текстовых объектов с использованием нумерации его элементов / М. Х. Ғафуров // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. 2025. Т. 68, № 7. С. 655-664.

АЛГОРИТМИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛА

Аз қисматҳои қорҳои дар боло қайд гардида, тарзҳои бадалсозии объекти кушодаи додасударо, ки унсурҳои он бо усули стохастикӣ (ихтиёрӣ) рақамгузорӣ карда мешаванд, мавриди баррасӣ қарор медиҳем.

Алгоритми ҳалли масъалаи баррасишаванда чунин мебошад:

1. Объекти матнии кушода дар забони ихтиёрӣ дода, сохта ё интиҳоб мешавад. Бигзор он чунин бошад:

$$\mathcal{B} = \{b_i, i = \overline{1, n}; b_i \in \mathcal{B}\} \quad (1)$$

2. Матни кушодаи \mathcal{B} -ро тибқи таҳлили морфологии забони матн ба гурӯҳҳои зерин тақсим мекунем:

а) унсурҳо аз калимаҳои решагӣ, пешоянду пасояндҳо, аффиксҳо ва аъзоёни боқимондаи чумла;

б) унсурҳо аз ҳичо ва аъзоёни боқимондаи чумла;

в) унсурҳо аз N -граммаҳо (биграммаҳо, триграммҳо, ...).

3. Ҳангоми баргардонидани сохти объекти қорӣ дар раванди аксбадалкунии қонунӣ, пеш аз ҷараёни бадалсозӣ калиди ёрирасони K_1 -ро месозем, ки дар он ҳамаи аломатҳои ғайрихарфӣ (аломати абзатс (\leftarrow), \rightarrow , рақамҳо ва ғайра) ба символҳои дар объекти матнии додасуда набуда аз истифодаи символҳои коди ASCII ё Unicode иваз карда мешаванд. Барои аз якдигар ҷудо кардани унсурҳои объекти бадалшуда дар бандҳои а) ва б) калиди ёрирасони K_2 -ро месозем, ки сохти унсурҳои ҷудо кардасударо нигоҳ медоранд. Барои пурра гардонидани N -граммаҳо дар охири объекти матнӣ аз аломати ҷои ҳаҷ (\emptyset) истифода мебарем. Истифода кардани калидҳои ёрирасон яке аз сатҳҳои ҳимояи объекти матнӣ мебошад.

4. Аз гурӯҳҳои а) ва б)-и дар банди 2 буда якеро интиҳоб карда, объекти матнии кушодаи додасударо тибқи талаботи таҳлили морфологӣ ба унсурҳо ҷудо мекунем. Пас, калиди ёрирасони

якум K_1 -ро истифода карда, онро дар намуди аз пайдарпаии символҳо иборат будаи $\mathcal{B}I = F(\mathcal{B}, K_1)$ меорем, ки он сатҳи аввали Ҳимояи объекти матнӣ ба ҳисоб меравад.

Дар ҳолати ҷудо кардани объекти матнӣ ба N -граммаҳо (биграммаҳо, триграммаҳо, ...), агар онҳо дар охири объекти матнӣ пурра нашаванд, пас аз аломати ҷои ҳеч (\emptyset) истифода карда, онро пурра мекунем. Аз он сабаб, ки дар объектҳои ибтидоӣ ва бадалшуда сохти N -граммаҳо тағйир намеёбанд, калиди ёрирасони K_2 -ро истифода намекунам.

Инчунин, ҳангоми ҷудо кардани объекти матнӣ ба N -граммаҳои тарафи чап, ҳамаи символҳо, аломатҳои рақамҳои дар он буда пурра истифода мешаванд.

5. Пайдарпаии унсурҳои дар объекти $\mathcal{B}I$ бударо истифода карда, маҷмӯи хусусии аз унсурҳои такрорнашаванда иборат будаи онро месозем, ки он ба ҳайси алифбои хусусии бадалсозии объекти матнӣ додашуда истифода мешавад ва намуди зеринро дорад:

$$F = \{bI_i, i = \overline{1, n}; bI_i \in \mathcal{B}I\} \quad (2)$$

6. Калиди асосии пӯшидаи бадалсозии K_a -ро вобаста ба усули интиҳобгардида ихтиёрӣ интиҳоб мекунем. Дар усули бадалсозии Виженер ба ҳайси калиди бадалсозӣ пайдарпаии

символҳо, аломатҳо, рақамҳо ё омехтаи онҳо буда метавонанд, инчунин калимаҳои гирифта метавонем ва он намуди зеринро дорад:

$$K_a = \{a_j, j = \overline{1, n}\} \quad (3)$$

7. Тибқи талаботи банди 2-и алгоритм калиди асосии пӯшидаи бадалсозии K_a -ро вобаста ба тарзи интиҳобкарда ба унсурҳо тақсим мекунем. Агар лозим шавад, дар он низ,

калидҳои ёрирасони K_1 ва K_2 -ро татбиқ мекунем. Дар натиҷа, калиди бадалсозии объекти матнӣ ба унсурҳо ҷудошуда чунин намудро мегирад:

$$KI_a = \{aI_j, j = \overline{1, m}\} \quad (4)$$

8. Унсурҳои дар калиди асосии пӯшидаи бадалсозии KI_a , ки дар алифбои хусусӣ нестанд, ба он ҳамроҳ карда шуда, алифбои хусусии васеъ-

кардашударо ҳосил мекунем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$FI = \{bI_{i+k}, i = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}; bI_{i+k} \in \mathcal{B}I \cup K_1\} \quad (5)$$

9. Унсурҳои дар алифбои хусусии FI бударо ихтиёрӣ рақамгузорӣ мекунем. Миқдори варианти рақамгузоришудаи алифбои хусусии FI аз шумораи унсурҳои дар он буда вобаста буда, ҳар қадар шумораи онҳо зиёд бошад, ҳамон қадар устувории объекти бадалшуда баланд мегардад. Мисол, агар

бо U вариантҳои рақамгузори унсурҳоро дар алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ ишора кунем, пас $U = (n+m)!$ мебошад, ки ин раванд боз як сатҳи баланд бардоштани Ҳимояи объекти матнӣ ба ҳисоб меравад.

10. Бо истифода аз калиди пӯшидаи бадалсозии ихтиёрӣ

интихобгардидаи KI_a ва унсурҳои рақамгузорикардшудаи алифбои хусусии васеъкардашудаи FI , объекти аз пайдарпаии унсурҳо иборатбудаи $\mathcal{B}1$ -ро вобаста бо усули интихобгардида (усули бадалсозии Виженер) бадалсозӣ

$$c_i = b1_i + a1_i(\text{mod}(n + m)), \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (6)$$

ки дар ин чо $b1_i$ – унсурҳои объекти додашуда мувофиқи рақами чойгиршавии онҳо дар алифбои хусусии бадалсозӣ, c_i – унсурҳои объекти бадалшуда мувофиқи рақами чойгиршавии онҳо дар алифбои хусусии бадалсозӣ, $a1_i$ – унсурҳои калиди ихтиёрӣ интихобшуда мувофиқи рақами чойгиршавии онҳо дар алифбои хусусии бадалсозӣ ва $(n + m)$ – даври алифбои бадалсозӣ (миқдори унсурҳо дар алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ) мебошанд.

$$b1_i = c_i - a1_i(\text{mod}(n + m)), \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (7)$$

ҲАЛЛИ МАСЪАЛА ДАР МИСОЛҲО

Чараёни бадалсозии объектҳои матнро барои се ҳолати ба унсурҳо чудо кардани он дар усули Виженер татбиқ мекунем.

$$\mathcal{B} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Гар як нафасат зи зиндагонӣ гузарад,} \\ \text{Магзор, ки чуз ба шодмонӣ гузарад,} \\ \text{Зинҳор ки сармоёи ин мулки вучуд,} \\ \text{Умр асту чунон к – аш гузаронӣ, гузарад.} \end{array} \right\} \quad (A)$$

Акнун вобаста ба матни объект, тибқи талаботи банд 3-и алгоритм

$$KI = \{ \cdot \rightarrow z, \cdot \rightarrow g, \cdot \rightarrow s, - \rightarrow f, \downarrow \rightarrow d \} \quad (8)$$

Калиди ёрирасони якуми KI -ро дар объекти \mathcal{B} татбиқ карда, матнро тибқи талаботи грамматикаи забони тоҷикӣ ба унсурҳои матн - калимаҳои

мекунем, ки он объекти бадалшудаи $\mathcal{B}2 = F(\mathcal{B}1, KI_a)$ мебошад. Дар усули бадалсозии Виженер унсурҳои объекти бадалшуда тибқи формулаи зерин муайян карда мешаванд:

11. Барои баргардонидани объекти бадалшудаи $\mathcal{B}2$ ба объекти кушодаи \mathcal{B} (аксбадалкунии қонунӣ), калидҳои асосӣ ва ёрирасон, алифбои хусусии васеъкардашудаи унсурҳояш рақамгузорӣ шуда ва усули бадалкуниро дастрас карда, бандҳои болоиро аз охир то ба аввал ба иҷро расонидан кифоя аст. Дар усули бадалсозии Виженер барои аксбадалкунии қонунӣ объекти бадалшуда аз формулаи зерин истифода мебарем:

1. Бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи калимаҳои решагӣ ва унсурҳои дигар.

Бигзор объекти матнӣ дар намуди зерин (рубой аз Умари Хайём) дода шудааст:

калиди ёрирасони якумро месозем, ки он намуди зеринро мегирад:

решагӣ, пешоянду пасояндҳо, аффиксҳо, аъзоёни пайрави ҷумла, аломатҳои имлоӣ чудо мекунем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$\mathcal{BI} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Гар s як s нафас ат s зи s зинда гон й s гузар ад z d} \\ \text{Магзор z s ки s чуз s ба s шод мо нй s гузар ад g d} \\ \text{Зинҳор s ки s сар моя и s ин s мулк и s вучуд z d} \\ \text{Умр s аст у s чун он s к f аш s гузар он й z s гузар ад g} \end{array} \right\} \quad (9)$$

Чи тавре дида мешавад, миқдори умумии унсурҳо дар объекти матнии дар шакли пайдарпай овардашудаи \mathcal{BI} ба 70 баробар буда, баъзе аз унсурҳои он якчанд маротиба такрор мешаванд.

Аз объекти матнии дар шакли пайдарпай овардашудаи \mathcal{BI} истифода

карда, тибқи талаботи банди 4-и алгоритм яке аз варианти алифбои хусусии бадалсозии онро месозем ва унсурҳои онро бо тарзи ихтиёрӣ рақамгузорӣ мекунем, ки он дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 - Алифбои бадалсозии хусусӣ аз калимаҳои решагӣ ва унсурҳои иловагӣ

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|------|----|-------|-----|---|-------|----|-----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Гар | s | як | у | мулк | зи | зинда | гон | й | гузар | ад | чун | d |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|-------|----|----|
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Магзор | ат | чуз | ба | шод | Умр | нй | g | он | нафас | к | и |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|-------|----|-----|----|--------|-----|----|----|-----|
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| ин | ки | вучуд | мо | сар | z | Зинҳор | моя | f | аш | аст |

Акнун барои татбиқ кардани усули Виженер ҷадвале пешниҳод мекунем, ки он аз се сатр ва миқдори сутунҳояш ба миқдори унсурҳои дар объект буда баробар мебошад. Дар сатри аввал унсурҳои объекти додашуда пайдарпай дохил карда мешаванд. Дар сатри дуюм унсурҳои калиди асосии ихтиёрӣ интихобкардашуда бо тарзи даврӣ то ячейкаи охирон дохил карда мешаванд.

Эзоҳ. Ба ҳайси калиди асосӣ пайдарпайии символҳо, аломатҳо, рақамҳо ё омехтаи онҳо ва инчунин калимаҳои алоҳида буда метавонанд.

Дар ҳолати ба унсурҳо тақсим кардани калиди асосии ихтиёрӣ, унсурҳои дар маҷмӯи (алифбои) хусусӣ набуда ба он ҳамроҳ ва рақамгузорӣ мешаванд. Дар ин ҳолат алифбои хусусии сохташуда алифбои хусусии васеъкардашуда номида мешавад.

Дар сатри сеюм унсурҳои объекти бадалшударо ҷойгир мекунем, ки онҳо тибқи формулаи (6) муайян карда мешаванд.

Бигзор калиди асосии ихтиёрӣ интихобшудаи бадалсозӣ чунин бошад:

$$K_a = \{ \text{ҳаёти осуда} \} \quad (10)$$

Пас калиди асосиро низ ба унсурҳо ҷудо мекунем: “ҳаёт, и, осуда, -”

ва он пас аз татбиқи калиди ёрирасони якуми KI намуди зеринро мегирад:

$$K_a = \{ \text{ҳаёт-и-с-осуда} \} \quad (10.1)$$

Аз унсурҳои ҷудокардашудаи калид бармеояд, ки калимаҳои “ҳаёт, осуда” дар маҷмӯи хусусии бадалсозӣ

нестанд. Онҳоро дар маҷмӯи дилхоҳи алифбои бадалсозии хусусӣ ҳамроҳ карда, рақамгузорӣ мекунем ва яке аз

варианти алифбои бадалсозии хусусии зоришудаи намуди зеринро ҳосил
васеъкардашудаи унсурҳои рақамгу- мекунем:

**Ҷадвали 2 - Алифбои бадалсозии хусусии васеъкардашуда аз калимаҳои
решагӣ ва унсурҳои иловагӣ**

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|------|----|-------|-----|---|-------|----|-----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Гар | s | як | у | мулк | зи | зинда | гон | й | гузар | ад | чун | d | ат |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|----|-----|-----|----|----|----|-------|----|----|-------|
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| f | хаёт | чуз | ба | шод | Умр | нй | g | он | нафас | к | и | осуда |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|-------|----|-----|----|--------|-----|--------|----|-----|
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| ин | ки | вучуд | мо | сар | z | Зинҳор | моя | Мағзор | аш | аст |

Аз варианти алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ бармеояд, ки он аз 38 унсури иборат аст. Яъне, вариантҳои рақамгузори қардани алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ ба $38! \approx 5.23 \cdot 10^{44}$ мебошад.

Акнун ҷадвали сесатраро сохта ба бадалсозии объекти матнии додашуда оғоз мекунем. Барои бадалсозии объекти додашуда аз калиди ихтиёрӣ интиҳоб гардида (10.1), рақамҳои унсурҳои дар ҷадвали 2 буда ва формулаи (6) истифода қарда, ҳосил мекунем:

Ҷадвали 3 - Раванди бадалсозии объекти матнӣ бо истифода аз калимаҳои решагӣ

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|------|-------|-------|----|---|-------|------|-------|-------|--------|------|--------|
| Гар | s | як | s | нафас | ат | s | зи | s | зинда | гон | й | s | гузар |
| хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт | и |
| чуз | ин | мулк | ки | s | s | у | z | ба | z | гузар | Мағзор | ба | Мағзор |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|------|--------|-----|-------|-------|----|-----|-------|--------|----|-----|-------|
| ад | Z | d | Мағзор | z | s | ки | s | чуз | s | ба | s | шод | мо |
| s | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда |
| d | G | ки | нафас | моя | ки | зинда | ин | шод | ки | Зинҳор | ин | нй | Умр |

| | | | | | | | | | | | | |
|------|----|-------|-------|------|-----|--------|-------|-------|----|--------|-------|------|
| Ни | s | гузар | ад | g | d | Зинҳор | s | ки | s | сар | моя | и |
| Хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | S | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт |
| Аш | ин | чун | аст | аст | Гар | Мағзор | ки | зинда | ин | Зинҳор | нафас | у |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------|----|---|-------|------|-----|-----|-------|------|-------|---|-------|
| s | ин | s | мулк | и | s | вучуд | Z | d | Умр | s | аст | у | s | чун |
| и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда | Хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда |
| ин | вучуд | ки | нй | ат | у | шод | Ад | Гар | g | ки | хаёт | вучуд | у | Гар |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|-------|-------|------|----|-------|-------|------|----|---|-------|-------|-------|
| Он | s | к | f | аш | s | гузар | он | и | z | s | гузар | ад | g |
| хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт | и | s | осуда | хаёт | и |
| Гар | ин | осуда | у | f | ин | чун | чун | у | нй | у | аш | осуда | гузар |

Дар раванди хориҷ қардани унсурҳои сатри сеюми ҷадвали 3, ки онҳо унсурҳои матнии объекти бадалшуда мебошанд, амалҳои зеринро ба иҷро мерасонем:

- хангоми хориҷ қардани унсурҳои сатри сеюм дар байни онҳо аломатҳои

(ихтиёрӣ) мегузорем, ки онҳо аз унсурҳои алифбои хусусӣ набошанд;

- калиди ёрирасони дуюм сохта мешавад, ки он барои нигоҳ доштани сохти ҳар як унсури бадалшуда дар раванди аксбадалкунӣ зарур аст.

Эзоҳ. Пас аз ба иҷро расонидани раванди аксбадалкунӣ ва аз сатри сеюм хорич кардани унсурҳои объекти аввала

унсурҳои калиди ёрирасони дуюм татбиқ намешаванд.

Бигзор калиди ёрирасони дуюм чунин бошад:

$$K2 = \{*, ?, /, !, \$, €\} \quad (11)$$

Бо ба инобат гирифтани калиди ёрирасони дуюм аз ячейкаҳои сатри сеюми чадвали 3 унсурҳои ҳосилшударо пайдарпай хорич карда, матни объекти

бадалшудаи $B2 = F(B1; K1, K_a, K2)$ -ро ҳосил мекунем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$B2 = \left\{ \begin{array}{l} \text{чуз * ин? мулк/ки! s\$s€у? z! ба€z * гузар/Магзор\$ба} \\ \text{* Магзор? d/g! ки€нафас? моя\$ки\$зинда/ин! шод€ки?} \\ \text{Зинҳор\$ин? нй€Умр! аш\$ин? чун\$аст€аст\$Гар! Магзор} \\ \text{? ки\$зинда€ин/Зинҳор! нафас? у\$ин/вучуд! ки€нй/ат} \\ \text{\$у? шод€ад? Гар! g\$ки€ҳаёт\$вучуд€у? Гар! Гар€ин\$} \\ \text{осуда? у/f€ин/чун! чун/у\$ни€у\$аш! осуда\$гузар} \end{array} \right\} \quad (12)$$

2. Бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи ҳичо ва унсурҳои дигар.

Акнун ҳолати дуоми бадалсозии объекти матнӣ додашударо баррасӣ мекунем. Дар ин ҳолат унсури асосӣ - ҳичо ва унсурҳои иловагӣ - аъзоёни пайрави чумла, аломатҳои имлоию

махсус мебошанд. Дар ин ҳолат низ, калиди якуми ёрирасони (8)-ро барои объекти матнӣ додашуда татбиқ карда, калимаҳои дар он бударо ба ҳичоҳо ҷудо мекунем:

$$B3 = \left\{ \begin{array}{l} \text{Гар s як s на фа сат s зи s зин да го нй s гу за рад z d} \\ \text{Маг зор z s ки s чуз s ба s шод мо нй s гу за рад g d} \\ \text{Зин ҳор s ки s сар мо я и s ин s мул ки s ву ҷуд z d} \\ \text{Умр s ас ту s чу нон s к ф аш s гу за ро нй z s гу за рад g} \end{array} \right\} \quad (13)$$

Микдори умумии унсурҳо дар объекти матнӣ дар шакли пайдарпайии унсурҳо овардашудаи $B3$ ба 80 баробар буда, баъзе аз онҳо якчанд маротиба такрор шудаанд.

Аз объекти матнӣ дар шакли пайдарпайии унсурҳо овардашудаи $B3$

истифода карда, алифбои хусусии бадалсозии онро сохта, унсурҳои онро бо тарзи ихтиёрӣ рақамгузорӣ мекунем, ки дар чадвали 4 оварда шудааст.

Чадвали 4 - Аалифбои бадалсозии хусусӣ аз ҳичо ва унсурҳои иловагӣ

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| рад | ин | сат | як | ки | на | Зин | нй | за | го | ҳор | Маг | нй | чуз |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| s | гу | чу | и | шод | ба | сар | мул | ҷуд | z | зор | аш | Умр | d |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|
| 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| ро | Ғар | мо | фа | ас | ту | зи | я | f | ву | нон | к | да | g |

Акнун калиди асосии ихтиёрии бадалсозиро интихоб мекунем. Бигузор он чун пештара $K_a = \{ \text{ҳаёти осуда} \}$ бошад. Онро ба унсурҳои ҳичо ҷудо

мекунем: $K_a = \{ \text{ҳа-ё-ти - о-су-да} \}$ ва он пас аз татбиқи калиди ёрирасони яқум намуди зеринро мегирад:

$$K_a = \{ \text{ҳа-ё-ти-s-о-су-да} \} \quad (14)$$

Аз унсурҳои ҷудокардашудаи калид бармеояд, ки унсурҳои “ҳа, ё, ти, о, су” дар маҷмӯи хусусии бадалсозӣ нестанд. Онҳоро дар мавқеи ихтиёрии алифбои бадалсозии хусусӣ ҳамроҳ карда, рақамгузорӣ мекунем ва яке аз

варианти алифбои бадалсозии хусусии васеъкардашудаи унсурҳои рақамгузоришудаи намуди зеринро ҳосил мекунем, ки дар ҷадвали 5 оварда шудааст.

Ҷадвали 5 - Аалифбои бадалсозии хусусии васеъкардашуда аз ҳичо ва унсурҳои иловагӣ

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| рад | ин | сат | як | ки | на | Зин | ҳа | нй | за | го | ҳор | Маг | нй | чуз | S |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| ти | гу | чу | и | шод | ба | сар | мул | ё | ҷуд | z | зор | аш | Умр | d |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| ро | о | Ғар | мо | фа | ас | су | Ту | зи | я | f | ву | нон | к | да | g |

Аз варианти алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ бармеояд, ки он аз 47 унсур иборат буда, вариантҳои рақамгузорӣ кардани он **47!** $\approx 2.59 \cdot 10^{59}$ мебошад.

калиди асосии ихтиёрӣ интихоб гардидаи (14), рақамҳои унсурҳои дар ҷадвали 5 буда ва формулаи (6) истифода карда, натиҷаро ҳосил мекунем, ки дар ҷадвали 6 инъикос карда шудааст.

Барои бадалсозии объекти додашудаи ба унсурҳо ҷудокардашуда аз

Ҷадвали 6 - Раванди бадалсозии объекти матн бо истифода аз ҳичо

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|
| Ғар | s | як | s | на | фа | сат | s | зи | s | зин | да | го | нй | s | гу |
| Ҳа | ё | ти | s | о | су | да | ҳа | ё | ти | s | о | су | да | ҳа | ё |
| F | я | шод | ро | ту | мул | ин | мул | гу | о | сар | ро | ин | ҳа | мул | ву |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|----|---|-----|----|
| За | рад | z | d | Маг | зор | z | s | ки | s | чуз | s | ба | s | шод | мо |
| Ти | s | о | су | да | ҳа | ё | ти | s | о | су | да | ҳа | ё | ти | s |
| Z | ти | Маг | ба | и | фа | ки | о | шод | ин | на | чуз | нй | я | су | як |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|----|----|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|----|---|----|-----|
| нй | s | гу | за | рад | g | d | Зин | ҳор | s | ки | s | сар | мо | я | и | s |
| о | су | да | ҳа | ё | ти | s | о | су | да | ҳа | ё | ти | s | о | су | да |
| g | Зин | ти | гу | ҷуд | ти | g | зи | сат | чуз | Маг | я | зи | як | z | ти | чуз |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| ин | s | мул | ки | s | ву | чуд | z | d | Умр | s | ас | ту | s | чу |
| ха | ё | ти | s | о | су | да | ха | ё | ти | s | о | су | да | ха |
| за | я | я | шод | ин | Гар | ё | мо | нй | g | ро | сар | Умр | чуз | z |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|
| нон | s | к | f | аш | s | гу | за | Ро | нй | z | s | гу | за | рад | g |
| ё | ти | s | о | су | да | ха | ё | Ти | s | о | су | да | ха | ё | ти |
| ба | о | нй | зор | и | чуз | чуд | мо | Ин | Умр | Маг | Зин | ти | гу | чуд | ти |

Бо ба инобат гирифтани калиди дуёми ёрирасони $K2$ аз ячейкаҳои сатри сеюми чадвали 6 унсурҳои ҳосилшударо пай дар пай хорич карда, матни объекти

бадалшудаи $\mathcal{B}4 = F(\mathcal{B}3; K1, K_a, K2)$ -ро ҳосил мекунем, ки он намуди зеринро дорад:

$$\mathcal{B}4 = \left\{ \begin{array}{l} f\$я * шод! ро/ту? мул * ин/мул\$гу! о? сар * ро! ин/ \\ ҳа? мул * ву/z? ти\$Маг/ба! и * фа/ки! о? шод\$ин! на \\ * чуз/нй? я! су/як\$г! Зин * ти/гу? чуд! ти\$г€зи/сар \\ * чуз? Маг! я€зи\$як/z * ти! чуз? за€я\$я/шод * ин? Гар \\ ! ё\$мо/нй * g! ро? сар\$ Умр/чуз * z€ба? о\$нй/зор! и * \\ чуз/чуд? мо/ин\$Умр * Маг? Зин\$ти/гу? чуд * ти \end{array} \right\} \quad (15)$$

3. Бадалсозии объекти матнӣ бо истифода аз биграммаҳо

Бадалсозии объекти матниро бо истифода аз биграммаҳо баррасӣ мекунем. Дар ин ҳолат низ, калиди

якуми ёрирасони (8)-ро барои объекти матнии додашуда татбиқ карда, объектро ба биграммаҳо чудо мекунем, ки он намуди зеринро ($\mathcal{B}5$) мегирад:

$$\mathcal{B}5 = \left\{ \begin{array}{l} Га ps як sn аф ас ат сз ис зи нд аг он йс гу за ра дз \\ dM аг зо pz ск ис чу зс ба шш од мо нй сг уз ар ад gd \\ Зи нҳ ор ск ис са рм оя ис ин см ул ки св уҷ уд zd Ум \\ ps ас ту сч ун он ск фа шс гу за ро нй zs гу за ра дг \end{array} \right\} \quad (16)$$

Микдори умумии унсурҳо дар объекти матнӣ дар шакли пайдарпайии биграммаҳо овардашудаи $\mathcal{B}5$ ба 72 баробар буда, баъзе аз унсурҳои он якчанд маротиба такрор шудаанд.

Аз объекти матнӣ дар шакли пайдарпайии биграммаҳо овардашудаи

$\mathcal{B}5$ истифода карда, алифбои хусусии бадалсозии онро месозем ва унсурҳои онро бо тарзи ихтиёрӣ рақамгузорӣ мекунем, ки он дар чадвали 7 оварда шудааст.

Чадвали 7 - Аалифбои бадалсозии хусусӣ аз биграммаҳо

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Нд | рм | fa | за | ps | од | св | ту | аф | зо | см | ун | он | dM |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| ск | zs | ис | ин | гу | ат | шш | ор | ад | шс | ас | ро | як | Га |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| нҳ | ул | зи | сн | рз | нй | оя | ра | аг | чу | ум | сч | зс | мо |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 |
| сз | ба | са | йс | сг | ки | уд | ар | гд | уч | дз | уз | зд | дг |

Акнун калиди асосии ихтиёрии бадалсозиро интихоб мекунем. Бигузор он чун пештара $K_a = \{ \text{ҳаёти осуда} \}$ бошад. Калиди якуми ёрирасони (8)-ро нисбати калиди асосии бадалсозӣ K_a

татбиқ карда онро ба биграммаҳои тарафи чап ҷудо мекунем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$K_a = \{ \text{ҳа-ём-ус-ос-уд-а\emptyset} \} \quad (17)$$

Дар унсури охири калиди асосии K_a барои пурра гардидани биграммаҳои тарафи чап симболи \emptyset - мавқеи ҳеҷ ҳамроҳ карда шудааст.

ихтиёрии алифбои бадалсозии хусусӣ ҳамроҳ карда, рақамгузорӣ мекунем ва яке аз варианти алифбои бадалсозии хусусии васеъкардашудаи унсурҳояш рақамгузоришудаи намуди зеринро ҳосил мекунем, ки дар ҷадвали 8 оварда шудааст.

Аз унсурҳои ҷудокардашудаи калиди K_a бармеояд, ки унсурҳои “ҳа, ёт, ос, а \emptyset ” дар алифбои хусусии бадалсозӣ дохил нашудаанд. Онҳоро дар мавқеи

Ҷадвали 8 - Алифбои бадалсозии хусусӣ васеъкардашуда аз биграммаҳо

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| нд | рм | фа | за | рс | од | св | ёт | ту | аф | зо | см | ун | он | дм |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| ск | зс | ис | ин | а \emptyset | гу | ат | сш | ор | ад | шс | ас | ро | як | га |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| нҳ | ул | зи | сн | рз | нй | оя | ра | аг | ха | чу | ум | сч | зс | мо |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| сз | ба | ос | са | йс | сг | ки | уд | ар | гд | уч | дз | уз | зд | дг |

Микдори умумии унсурҳои алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ ба 60 баробар буда, вариантҳои рақамгузорӣ кардани онҳо ба $60! \approx 8.32 \cdot 10^{81}$ мебошад.

ҳосил мекунем. Натиҷа дар ҷадвали 9 оварда шудааст.

Барои бадалсозии объекти додашуда ба биграммаҳо ҷудокардашуда аз калиди асосии ихтиёрии интихобгардидаи (17), рақамҳои унсурҳои дар ҷадвали 8 буда ва формулаи (6) истифода карда,

Ҷадвали 9 - Раванди бадалсозии объекти матн бо истифода аз биграммаҳо

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| Га | ps | як | sh | af | ac | at | sз | is | зи | нд | аг | он | йis | гу | за | ра | dz |
| ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ |
| af | ун | ба | ат | fa | ба | рм | ар | нй | гу | ар | zd | ар | уз | аг | ки | нх | zs |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| dM | аг | зо | pз | ск | ис | чу | zs | ба | sш | од | мо | нй | sg | уз | ар | ад | gd |
| ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ |
| gd | ба | як | sш | ту | ра | гу | ки | ps | зо | zd | ps | ск | zd | ск | Ум | ис | dM |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Зи | нх | ор | ск | ис | са | рм | оя | ис | ин | см | ул | ки | sv | уч | уд | zd | Ум |
| ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ |
| Ун | аг | Ум | за | зо | ту | Ум | мо | ни | sv | ps | ки | ул | dM | он | чу | ки | рм |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ps | ac | ту | сч | ун | он | ск | fa | шs | гу | за | ро | нй | zs | гу | за | ра | dg |
| ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ | ха | ёт | ис | ос | уд | a∅ |
| мо | pз | ac | нх | од | sh | уч | зо | zs | ту | dz | ос | ск | ад | аг | ки | нх | a∅ |

Аз сатри сеюми чадвали 9 унсурҳои ҳосилгардидаро пай дар пай хорич карда, объекти бадалшудаи $\mathcal{B6}$ =

$F(\mathcal{B5}; K1, K_a)$ -ро ҳосил мекунем, ки он намуди зиринро мегирад:

$$\mathcal{B6} = \left\{ \begin{array}{l} \text{афунбаатфабармарнигуарпздарузагкинхзsg} \\ \text{дбаякшттурагукирпсзоzdpsskzdkУмисdMy} \\ \text{нагУмзазотуУммонисврскиулdМончукир} \\ \text{мморзаснҳодснучзозстудzосскадагкинҳа∅} \end{array} \right\} \quad (18)$$

Аз татбиқи биграммаҳо дар бадалсозии объекти матнии додашуда бармеояд, ки дар он калиди дуоми ёрирасони $K2$ барои ҷудо кардани унсурҳои объекти бадалшуда истифода нашудааст. Дар ҳақиқат ҳангоми ба биграммаҳои тарафи чап ҷудо кардани объекти бадалшуда ва истифодаи он дар аксбадалкунӣ зарурати истифодаи аломатҳои ҷудокунандаи унсурҳо намоиш медиҳад. Зеро дар ҳама ҳолатҳо сохти биграммаҳо (N -граммаҳо) тағйир намеёбанд ва бо осонӣ объекти бадалшуда бе ягон хатоӣ ба ҷуфти символҳо (биграммаҳои тарафи чап) ҷудо карда мешаванд.

Барои баргардонидани объектҳои бадалшуда (раванди аксбадалкунии қонунӣ) дар ҳамаи 3 ҳолати банди 2, тибқи банди 11-и алгоритм калидҳои асосӣ ва ёрирасон (барои зербандҳои а) ва б) калидҳои асосии K_a ва ёрирасони

$K1, K2$; барои зербанди в) калидҳои асосии K_a ва ёрирасони $K1$), алифбои хусусии васеъкардашудаи унсурҳои рақамгузоришуда ва усули бадалкуниро дастрас карда, бандҳои болоиро аз охир то ба аввал ба иҷро расонидан кифоя аст.

ХУЛОСА.

1. Усули бадалсозии пешниҳодшуда аз лиҳози татбиқи ба забонҳои гуногун хусусияти ҳамаҷониба дорад, аммо амалисозии мушаххас ва самаранокии он ба хусусиятҳои грамматикӣ ва лингвистикӣ забоне, ки матни асл бо он навишта шудааст, зич вобаста аст.

Ҳамаҷониба будани усул дар он зоҳир мегардад:

- Забони матн ихтиёрӣ аст. Алгоритми бадалсозӣ аз объекти матнии кушоди додашудаи \mathcal{B} оғоз меёбад, ки метавонад ба забони ихтиёрӣ дода шуда бошад.

- Алифбои мутобиқшаванда истифода мешавад. Дар усули пешниҳодшуда алифбои хусусии бадалсозӣ истифода мешавад, ки ҳамаи аломатҳо ё унсурҳои дар забони объекти матнии кушоди ихтиёрии додашуда мавҷудбударо дар бар мегирад.

- Унсурҳои лингвистикӣ ҳамчун асос мебошад. Ба ҷои истифодаи анъанавии танҳо аломатҳо (униграммаҳо), усул ба истифодаи унсурҳои забонӣ асос ёфтааст. Ин унсурҳо (решаҳои калима, пешвандҳо ва пасвандҳо, аффиксҳо, ҳичоҳо, биграммаҳо, триграммаҳо ва аъзоҳои пайрави ҷумла) категорияҳои умумии лингвистикӣ мебошанд, ки дар бисёр забонҳо мавҷуданд. Ҳамин тариқ, аз ҷиҳати концептуалӣ усул универсалӣ аст, зеро он алифбои чандир ва мутобиқшавандаро истифода мебарад. Он аз унсурҳои забон иборат буда, новобаста аз он, ки сухан дар бораи кадом забон меравад, татбиқ мегардад.

2. Вобастагӣ аз хусусиятҳои грамматикӣ. Гарчанде ки усулро метавон ба ҳар гуна забон татбиқ кард, аммо амалисозии он бевосита ба хусусиятҳои грамматикӣ забони мушаххас вобаста аст.

Чудокунӣ ба унсурҳои забон:

- Раванди бадалсозӣ тақозо мекунад, ки объекти матнии *В* ба гурӯҳҳои унсурҳо тақсим карда шавад. Ин гурӯҳҳо иборатанд аз:

- решаҳои калима ва унсурҳои иловагӣ (пешвандҳо, пасвандҳо, аффиксҳо, аъзоҳои пайрави ҷумла);

- ҳичоҳо ва унсурҳои иловагӣ;

- биграммаҳо ё триграммаҳо (N-граммаҳо).

Барои бадалсозии бомуваффақият ин унсурҳои лингвистикӣ дуруст ҷудо кардан (шинохтан) зарур аст.

3. Намуна дар мисоли забони тоҷикӣ нишон дода шудааст, ки ҷӣ тавр матни тоҷикӣ (рубойёти Умари Хайём)

ба ҷузъҳои мушаххаси морфологӣ тақсим карда мешавад.

Азбаски усули бадалсозӣ на ба ҳарфҳои оддӣ, балки ба рақамгузорӣ ва ҷойгузинии маҳз унсурҳои лингвистикӣ асос ёфтааст, барои истифодаи он дар ҳолатҳои мушаххас (масалан, барои забонҳои русӣ, англисӣ ё тоҷикӣ) доштани воситаҳо (масалан, барномаҳои компютери дар сарчашмаҳо зикршуда) зарур аст. Ин воситаҳо бояд имкон диҳанд, ки унсурҳо, ба монанди аффиксҳо, решаҳо ва ҳичоҳо мувофиқи қоидаҳои забони додашуда дуруст муайян ва гурӯҳбандӣ карда шаванд.

Ҳамин тариқ, усул аз рӯи сохтори худ универсалӣ аст, аммо татбиқи амалии он коркарди махсуси лингвистикӣ матни асло талаб мекунад, ки ба хусусиятҳои грамматикӣ ва морфологӣ забони он асос ёфтааст.

4. Бартарии усули пешниҳодшуда таҳияи алифбои хусусӣ мебошад, ки унсурҳои он ихтиёрӣ рақамгузорӣ шуда, онҳо бевосита аз матни асл гирифта шудаанд. Раванди таҳияи ҷунин алифбои хусусӣ ва тарзи рақамгузорию ихтиёрии он ба баланд шудани устувории бадалсозии матн мусоидат мекунад.

Эҳтимолияти пасти аксбадалкунии ғайриқонунӣ дар истифодаи унсурҳои забонӣ ҳамчун асос барои ҷойгузинӣ боиси пайдоиши объекти бадалшудае мегардад, ки устувории онро тавассути эҳтимолияти ниҳоят пасти дастрасии ғайриқонунӣ ифода кардан мумкин аст. Таҳлили нишондиҳандаҳои он барои бадалсозии объекти матнии *В* дар ҷадвали зерин пешниҳод шудааст.

Ҷадвали 10 - Таҳлили нишондиҳандаҳои муқоисавии математикӣ устуворӣ

| Намуди воҳиди лингвистикӣ | Миқдори унсурҳои алифбо (n) | Шумораи вариантҳои рақамгузорӣ (n!) | Миқдори унсурҳои объект | Эҳтимолияти аксбадалкунии ғайриқонунӣ |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Решаҳои калима ва унсурҳои иловагӣ | 38 | $\approx 5.23 \cdot 10^{44}$ | 70 | $\approx 1.2 \cdot 10^{-100}$ |
| Ҳичоҳо ва унсурҳои иловагӣ | 47 | $\approx 2.59 \cdot 10^{59}$ | 80 | $\approx 7.16 \cdot 10^{-118}$ |
| Биграммаҳо | 60 | $\approx 8.32 \cdot 10^{81}$ | 72 | $\approx 6.12 \cdot 10^{-103}$ |

Чӣ тавре ки аз ҷадвал бармеояд, гузаштан ба воҳидҳои калонтар (аз решаҳо ба биграммаҳо) андозаи алифборо аз 38 то 60 зиёд мекунад. Ин боиси афзоиши азими вариантҳои рақамгузорӣ мегардад. Эҳтимолияти аксбадалкунии (масалан, 10^{-118}) чунон хурд аст, ки онро дар илми криптография ҳамчун "амнияти мутлақ" нисбат ба ҳамлаҳои мустақим (brute-force) меҳисобанд. Баргариӣ асосӣ дар он аст, ки устуворӣ на танҳо аз ҳисоби дарозии калид, балки аз ҳисоби сохтори лингвистикӣ матни асл таъмин карда мешавад.

5. Яке аз масъалаҳои муҳим, интиқоли маълумотҳои минималии зарурӣ ба нишонаи аксбадалкунидан ба истифодаи алоқаи электронии пӯшида (маҳфӣ) ва кушода мебошад. Маълум

аст, ки объекти бадалшударо бо истифода аз алоқаи кушода интиқол медиҳанд. Бо истифодаи алоқаи пӯшидаи гаронарзиш, бояд алифбои хусусии унсурҳояш рақамгузоришуда, калидҳои асосӣ ва ёрирасон, инчунин усули бадалсозӣ интиқол дода шавад. Аз маълумотҳои дар ҷадвали 10 овардашуда бармеояд, ки миқдори унсурҳои алифбои хусусӣ дар якҷоягӣ бо унсурҳои калидҳои асосӣ ва ёрирасон нисбат ба миқдори унсурҳои объекти кушода, ҳама вақт хурд мебошад. Дар ҳолати калонҳаҷм будани объекти кушода ин нишондиҳанда якҷанд маротиба зиёд мегардад. Аз ин лиҳоз, аз нуқтаи назари иқтисодӣ истифодаи усули мазкур манфиатовар ба ҳисоб меравад.

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

1. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А. В. *Основы криптографии*. М.: Гелиос АРВ, 2001. 479 с.
2. Басалова Г.В. *Основы криптографии*. Тула: Изд-во Тульского государственного университета, 2009.
3. Бауэр Ф. *Расшифрованные секреты. Методы и принципы криптологии*. М.: Мир, 2007. 550 с.
4. Бернет С., Пэйн С. *Криптография. Официальное руководство RSA Security*. М.: Бинум, 2007.
5. 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.
6. Гафуров, М. Х. *Операторное применение шифрования элементов языка с квадратом Полибея* / М. Х. Гафуров // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2024. № 1 (56). С. 159-164.
7. Гафуров, М. Х. *Применение биграмм в шифровании текстовых объектов с использованием квадрата Полибея и двойного ключа* / М. Х. Гафуров, Р. Б. Гиесов // Из-

вестия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2025. № 3(200). С. 59-66.

8. Гафуров, М. Х. Татбиқи усули оператор-матритсавӣ ва калиди дукарата дар бадалсозии объект / М. Х. Гафуров // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2023. № 1 (26). С. 13-19.

9. Гафуров, М. Х. Татбиқи усулҳои матритсавӣ ва оператор-матритсавӣ бар бадалсозии объектҳои матнӣ до истифодаи биграммсӯ ва триграммаҳо / М. Х. Гафуров // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2024. № 4 (33). С. 8-22.

10.Зубов А.Ю. Криптографические методы защиты информации. Совершенные шифры. М.: Гелиос АРВ, 2005.

11. Косимов А.А. Оценка эффективности использования триграмм при идентификации текста. / А.А. Косимов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2017. № 1 (166). С. 51-57.

12.Левин М. Криптография без секретов: Руководство пользователя. М.: Новый издательский дом, 2005.

13.Мао В. Современная криптография. Теория и практика. М.: Вильямс, 2005. 763 с.

14.Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. М.: Радио и связь, 2001.

15.Рябко Б.Я., Фионов А.Н. Криптографические методы защиты информации. М.: Горячая линия-Телеком, 2005.

16. Сингх С. Книга шифров. Тайная история шифров и их расшифровки. М.: Астрель, 2006. 447 с.

17. Усманов З.Д. Морфологический анализ словоформ таджикского языка: монография. / З.Д. Усманов, Г.М. Довудов / Душанбе: «Дониш», 2015. – 130 с.

18. Усманов З.Д. О множестве постфиксов таджикского литературного языка. / З.Д. Усманов, О.М. Солиев, Г.М. Довудов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2009, т. 53, № 2. С.99-103.

19. Усманов З.Д. О формировании базы префиксов таджикского литературного языка. / З.Д. Усманов, Г.М. Довудов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2009, т. 52, № 6. С.431-436.

20. Шеннон К. Теория связи в секретных системах. Сборник «Работы по теории информации и кибернетике». М., ИЛ, 1963. С. 333-369.

21. Шнайер Б., Фергюсон Н. Практическая криптография. М.: Диалектика, 2005.

22. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. М.: Триумф, 2003. 806 с.

23.Яценко В.В. Введение в криптографию. М.: МЦНМО: «ЧеРо», 2000.

References

1. Alferov, A. P., Zubov, A. Yu., Kuzmin, A. S., & Cheremushkin, A. V. (2001). *Fundamentals of Cryptography*. Moscow: Helios ARV. 479 p.

2. Basalova, G. V. (2009). *Fundamentals of Cryptography*. Tula: Tula State University Publishing House.

3. Bauer, F. (2007). *Deciphered Secrets: Methods and Principles of Cryptology*. Moscow: Mir. 550 p.

4. Burnett, S., & Paine, S. (2007). *Cryptography: RSA Security's Official Guide*. Moscow: Binom.

5. Gafurov, M. Kh. (2023). Implementation of the operator-matrix method and double key in object substitution. *Bulletin of PITTU named after Academician M.S. Osimi*, No. 1 (26), pp. 13-19.
6. Gafurov, M. Kh. (2024). Application of matrix and operator-matrix methods for substitution of text objects using bigrams and trigrams. *Bulletin of PITTU named after Academician M.S. Osimi*, No. 4 (33), pp. 8-22.
7. Gafurov, M. Kh. (2024). Operator application of encryption of language elements with Polybius square. *Bulletin of the Technological University of Tajikistan*, No. 1 (56), pp. 159-164.
8. Gafurov, M. Kh. (2025). On a method of encrypting text objects using the numbering of its elements. *Reports of the National Academy of Sciences of Tajikistan*, Vol. 68, No. 7, pp. 655-664.
9. Gafurov, M. Kh., & Giyosov, R. B. (2025). Application of bigrams in the encryption of text objects using Polybius square and a double key. *News of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Department of Physical, Mathematical, Chemical, Geological, and Technical Sciences*, No. 3(200), pp. 59-66.
10. Kosimov, A. A. (2017). Evaluation of the effectiveness of using trigrams in text identification. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Physical, Mathematical, Chemical, Geological, and Technical Sciences*, No. 1 (166), pp. 51-57.
11. Levin, M. (2005). *Cryptography Without Secrets: A User Guide*. Moscow: New Publishing House.
12. Mao, W. (2005). *Modern Cryptography: Theory and Practice*. Moscow: Williams. 763 p.
13. Romanets, Yu. V., Timofeev, P. A., & Shangin, V. F. (2001). *Information Security in Computer Systems and Networks*. Moscow: Radio i Svyaz.
14. Ryabko, B. Ya., & Fionov, A. N. (2005). *Cryptographic Methods of Information Security*. Moscow: Goryachaya Liniya-Telekom.
15. Schneier, B. (2003). *Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C*. Moscow: Triumph. 806 p.
16. Schneier, B., & Ferguson, N. (2005). *Practical Cryptography*. Moscow: Dialektika.
17. Shannon, C. (1963). *Communication Theory of Secrecy Systems*. In *Works on Information Theory and Cybernetics* (pp. 333-369). Moscow: IL.
18. Singh, S. (2006). *The Code Book: The Secret History of Codes and Codebreaking*. Moscow: Ast, Astrel. 447 p.
19. Usmanov, Z. D., & Dovudov, G. M. (2009). On the formation of the prefix base of the Tajik literary language. *Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan*, Vol. 52, No. 6, pp. 431-436.
20. Usmanov, Z. D., & Dovudov, G. M. (2015). *Morphological Analysis of Tajik Word Forms: Monograph*. Dushanbe: "Donish". 130 p.
21. Usmanov, Z. D., Soliev, O. M., & Dovudov, G. M. (2009). On the set of postfixes of the Tajik literary language. *Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan*, Vol. 53, No. 2, pp. 99-103.
22. Yashchenko, V. V. (2000). *Introduction to Cryptography*. Moscow: MCCME: "CheRo".
23. Zubov, A. Yu. (2005). *Cryptographic Methods of Information Security: Perfect Ciphers*. Moscow: Helios ARV.

ШИФРОВАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВИЖЕНЕРА

Гафуров Миршафи Хамитович – кандидат технических наук, доцент, факультет цифровых технологий, систем и защиты информации, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан, mirugaf56@gmail.com

Аннотация. Данная работа посвящена разработке нового метода шифрования текстовых объектов для повышения информационной безопасности и защиты от киберпреступников (взломищиков, хакеров). Предлагаемый подход отходит от традиционного использования нумерации отдельных символов (униграмм) в алфавите шифрования. Вместо этого в качестве основы для создания уникального (частного) алфавита используются пронумерованные лингвистические элементы, такие как корни слов, слоги, а также биграммы и триграммы. Алгоритм подробно описывает процесс разделения открытого текста на эти элементы, их произвольную нумерацию и последующее применение закрытого ключа (на примере шифра Виженера). Показано, что использование уникальных (частных), многокомпонентных алфавитов значительно увеличивает криптографическую стойкость зашифрованного текста. Предложенный метод шифрования носит универсальный характер в отношении своего применения к различным языкам, но его конкретная реализация и эффективность тесно зависят от грамматических и лингвистических особенностей того языка, на котором написан исходный текст.

Ключевые слова: объект, шифрование, зашифрование, расшифрование, частный алфавит, элемент, символ, ключ, вариант, стабильность, киберпреступность.

ENCRYPTION OF TEXTUAL ELEMENTS USING THE VIGENÈRE METHOD

Gafurov Mirshafi Khamitovich - candidate of technical sciences, associate professor of the Faculty of Digital Technologies, Systems and Information Protection of the Tajik technical university named after academician M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan
mirugaf56@gmail.com

Abstract. This work presents the development of a novel method for encrypting text objects to enhance information security and provide protection against cybercriminals (crackers, hackers). The proposed approach moves away from the traditional use of single-character (uni-gram) numbering in the encryption alphabet. Instead, it utilizes numbered linguistic elements-such as word roots, syllables, bigrams, and trigrams-as the foundation for creating a unique (private) alphabet. The algorithm details the process of decomposing plaintext into these elements, their arbitrary numbering, and the subsequent application of a private key (using the Vigenère cipher as an example). It is demonstrated that the use of unique, multi-component alphabets significantly increases the cryptographic strength of the ciphertext. While the proposed encryption method is universal in its applicability to various languages, its specific implementation and effectiveness are closely dependent on the grammatical and linguistic features of the source language.

Keywords: object, encryption, enciphering, deciphering, private alphabet, element, symbol, key, variant, stability, cybercrime.

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ CLIP VIT-B/32 С АНАЛИЗОМ СХОДСТВА И ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ

Садриддинзода Некрузджон – докторант PhD, кафедра цифровой экономики, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, nekruzjons2000@gmail.com

Аннотация. В статье представлена разработанная система автоматического распознавания и поиска товаров, основанная на технологии машинного обучения. Система использует предобученную многомодальную модель CLIP (Contrastive Language-Image Pre-training) для генерации векторных представлений (эмбеддингов) изображений товаров. Реализованное веб-приложение на Python/Flask позволяет индексировать товарные позиции по визуальным признакам, осуществлять поиск по изображению, управлять базой данных товаров и магазинов, а также проводить визуальный анализ пространства признаков. Система демонстрирует высокую точность в задачах поиска схожих товаров и может быть использована для автоматизации процессов инвентаризации, логистики и клиентского сервиса в розничной торговле. Проведён анализ метрик схожести и предложены пороговые значения для фильтрации результатов. Ключевыми особенностями системы являются модульность, масштабируемость и наличие REST API для интеграции со сторонними сервисами. В работе исследована интеллектуальная система распознавания изображений товаров на основе методов машинного обучения и векторных представлений (embeddings). Система использует многомодальную нейросетевую модель CLIP для извлечения признаков изображений и реализована в виде веб-приложения с REST API на основе фреймворка Flask. Предложенное решение обеспечивает автоматическое сравнение изображений, поиск наиболее похожих объектов, визуализацию пространства признаков и возможность масштабирования для практического применения в торговых и рекомендательных системах.

Ключевые слова: машинное обучение, распознавание изображений, компьютерное зрение, поиск по изображению, контрастное обучение, CLIP, векторные представления, Flask, embeddings.

Современное развитие цифровых технологий и рост объёмов визуальных данных обуславливают высокую актуальность задач автоматического распознавания и классификации изображений. В таких областях, как электронная коммерция, интеллектуальные торговые системы, логистика и рекомендательные сервисы, возникает необходимость точного и быстрого сопоставления изображений товаров.

Традиционные методы компьютерного зрения, основанные на ручном выделении признаков, обладают ограниченной устойчивостью к изменениям освещения, ракурса и

качества изображения. В последние годы значительный прогресс был достигнут благодаря использованию глубоких нейронных сетей и представлений в высокоразмерных пространствах признаков.

Основной задачей данной работы является создание и изучение программного решения, способного автоматически идентифицировать и сортировать изображения продуктов с использованием современных методов машинного обучения, а также обеспечивать удобный

интерфейс API для интеграции с внешними программами^{1, 2, 3}.

Актуальность проблемы

В современных условиях розничной торговли с её высоким уровнем конкуренции и широким ассортиментом товаров, эффективное управление инвентарем и быстрое обслуживание клиентов становятся критически важными задачами. Одной из проблем является оперативная идентификация товара по его внешнему виду, особенно при отсутствии штрих-кода, поврежденной упаковке или необходимости поиска аналогов. Традиционные методы, основанные на ручном вводе данных или сканировании штрих-кодов, обладают рядом ограничений: трудоемкость, подверженность человеческим ошибкам, невозможность работы с визуальной информацией.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования: разработка и программная реализация интеллектуальной системы для автоматического распознавания товаров по изображениям, обеспечивающей высокую точность поиска и удобство интеграции в бизнес-процессы.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Анализ современных методов компьютерного зрения и многомодального обучения, пригодных для задачи поиска по изображению.

2. Проектирование архитектуры системы, включающей модули извлече-

ния признаков, хранения данных, поиска и веб-интерфейса.

3. Реализация back-end части на Python с использованием фреймворка Flask и библиотеки Sentence Transformers для работы с моделью CLIP.

4. Организация хранения векторных представлений и метаданных товаров в реляционной базе данных SQLite.

5. Разработка механизма поиска ближайших соседей в векторном пространстве на основе косинусной меры близости.

6. Создание REST API и веб-интерфейса для загрузки товаров, распознавания изображений и управления данными.

7. Реализация дополнительных аналитических функций: визуализация эмбедингов (t-SNE), анализ статистики и переобучение модели.

8. Тестирование работы системы и оценка её эффективности.

Научная новизна работы заключается в адаптации и интеграции современной многомодальной модели CLIP, изначально обученной на разнородных парах «текст-изображение», для решения узкоспециализированной задачи поиска товаров в контексте розничной торговли. Разработана методология построения векторного пространства товаров, обеспечивающая устойчивость к изменениям освещения, ракурса и фона. Предложен подход к анализу качества системы через визуализацию и статистику порогов схожести.

Обзор существующих методов и технологий:

Методы компьютерного зрения для распознавания объектов. Рассмотрены классические подходы (SIFT, SURF, ORB) и глубокие сверточные нейронные сети (CNN): VGG, ResNet, EfficientNet. Отмечено, что традиционные CNN требуют большого размера

¹ Кириллов С.А., Петров В.В. Методы глубокого обучения в задаче классификации изображений.// Информационные технологии и вычислительные системы, 2021, №3, с. 12-23.

² Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., ... & Sutskever, I. An Incremental Improvement. (2022).

³ LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2011). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.

размеченного датасета для дообучения и решают задачу классификации, а не поиска.

Контрастное обучение и много-модальные модели. Принцип контрастного обучения позволяет модели научиться сближать представления схожих объектов (например, изображение товара и его описание) и отдалять — несоответствующих. Модель CLIP от OpenAI является ключевой для данного проекта, так как она:

- Предобучена на огромном наборе данных (400 млн пар «изображение-текст»).
- Формирует единое векторное пространство для изображений и текста.
- Позволяет извлекать семантически содержательные признаки без дополнительного дообучения (zero-shot learning).
- Обеспечивает признаки высокой размерности (512), что способствует точному поиску.

Технологии поиска в векторных пространствах. Для эффективного поиска ближайших соседей в пространстве высокой размерности рассмотрены методы: полный перебор (Brute-Force), основанные на деревьях (Ball Tree, KD-Tree) и аппроксимативные (ANNOY, FAISS). В системе реализован полный перебор с вычислением косинусной схожести, что приемлемо для начального и среднего объема данных (до десятков тысяч товаров).

Инструменты разработки:

- Backend: Python 3, микрофреймворк Flask для организации веб-сервера и API.
- Машинное обучение: библиотеки sentence-transformers (для CLIP), numpy, scikit-learn (для t-SNE).
- База данных: SQLite — легковесная, не требующая отдельного сервера СУБД.

- Фронтенд: HTML/CSS/JavaScript с использованием шаблонизатора Jinja2.
- Визуализация: Matplotlib для построения графиков анализа.

Обзор существующих подходов:

Классические методы распознавания изображений. Ранние подходы к распознаванию изображений основывались на использовании дескрипторов признаков, таких как SIFT, SURF и HOG, с последующим применением алгоритмов классификации (к NN, SVM). Несмотря на свою эффективность в ограниченных условиях, данные методы плохо масштабируются и требуют ручной настройки.

Глубокое обучение и сверточные нейронные сети. С появлением сверточных нейронных сетей (CNN) задачи классификации изображений вышли на новый уровень. Архитектуры AlexNet, VGG, ResNet и EfficientNet позволили автоматически извлекать устойчивые признаки и значительно повысили точность распознавания.

Мультимодальные модели и embeddings. Современные мультимодальные модели, такие как CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining), обучаются на совместных представлениях изображений и текста. Это позволяет получать универсальные векторные представления (embeddings), пригодные для задач поиска, кластеризации и сравнения объектов⁴.

Постановка задачи. В рамках данной работы требуется:

- разработать систему загрузки и хранения изображений товаров;
- реализовать механизм извлечения признаков изображений;

⁴ Власов И.М., Рогов А.А. Глубокие нейросетевые модели в задачах обработки изображений. // Научно-технический вестник информационных технологий, 2022, №5, с. 34-47.

- обеспечить поиск визуально похожих товаров;
- реализовать визуализацию embedding пространства;
- предоставить REST API для взаимодействия с системой.

Основным требованием является высокая точность сопоставления изображений и возможность расширения системы без переобучения всей модели.

Архитектура разработанной системы включает следующие ключевые компоненты:

- веб-сервер на базе фреймворка Flask;
- базу данных SQLite для хранения метаданных;
- модуль экстракции признаков (feature extraction) изображений;
- интерфейс REST API для взаимодействия с функциями распознавания;
- модуль визуализации и анализа векторных представлений (embeddings).

Для хранения информации о товарах и магазинах используется реляционная база данных SQLite. Векторные представления изображений

сохраняются в бинарном виде (BLOB), что позволяет эффективно работать с ними при поиске сходства.

Используемые технологии и инструменты:

- Python 3.12 — основной язык разработки;
- Flask — веб фреймворк;
- SQLite — система управления базами данных;
- SentenceTransformers (CLIP ViT B/32) — модель для извлечения признаков;
- NumPy — численные вычисления;
- Scikit learn — анализ и визуализация данных (t SNE);
- Matplotlib — построение графиков.

Метод извлечения признаков изображений. Изображения преобразуются в RGB формат и подаются на вход нейросетевой модели CLIP. В результате для каждого изображения формируется нормализованный вектор признаков размерностью 512.

Использование косинусной меры сходства позволяет эффективно сравнивать изображения между собой:

$$\text{sim}(x,y)=\frac{x \cdot y}{\|x\| \cdot \|y\|}$$
$$[\text{sim}(a, b) = \frac{a \cdot b}{\|a\| \cdot \|b\|}]$$

Общая архитектура системы. Система построена по классической клиент-серверной архитектуре.

- Клиентская часть: Веб-браузер пользователя, отправляющий HTTP-запросы (загрузка изображений, запросы к API).
- Серверная часть (Flask приложение):
- Маршрутизатор (Router): Обрабатывает HTTP-запросы и вызывает соответствующие функции.
- Бизнес-логика: Функции добавления товара, поиска, анализа.

- Модель CLIP: Ядро системы, преобразующее изображение в 512-мерный вектор.
- Модуль работы с БД: Выполняет запросы к SQLite для CRUD-операций.

Хранилище данных: Файловая система (изображения товаров) и база данных SQLite (метаданные, эмбединги).

Этап индексирования (добавления товара):

1. Пользователь загружает изображение товара и его метаданные.

визуально оценить кластеризацию товаров в пространстве признаков.

- Анализ порогов: на основе распределения попарных схожестей между всеми товарами в базе автоматически рассчитывается рекомендуемый порог для отсекания заведомо нерелевантных результатов.

Переобучение (Retrain): функция для пакетного пересчета эмбеддингов для всех товаров, что актуально при обновлении версии модели или изменении алгоритма предобработки⁵.

Алгоритм распознавания изображения включает следующие этапы:

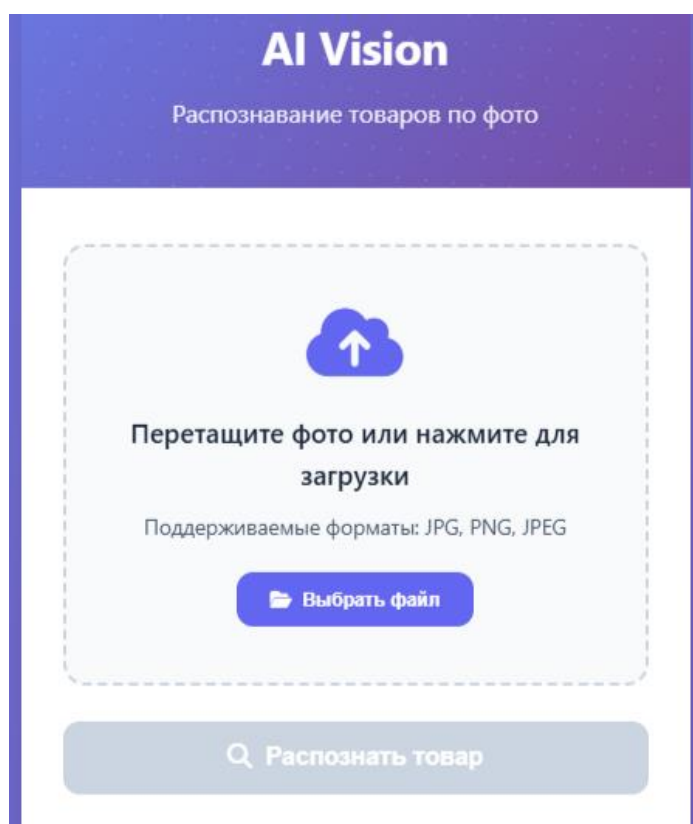


Рисунок 2. Интерфейс загрузки изображения

1. Загрузка изображения пользователем.
2. Извлечение embedding вектора.
3. Сравнение с сохранёнными embeddingами.
4. Выбор наиболее похожих объектов.
5. Формирование результата с указанием процента сходства.

⁵ Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2024). Efficient estimation of word representations in vector space. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.

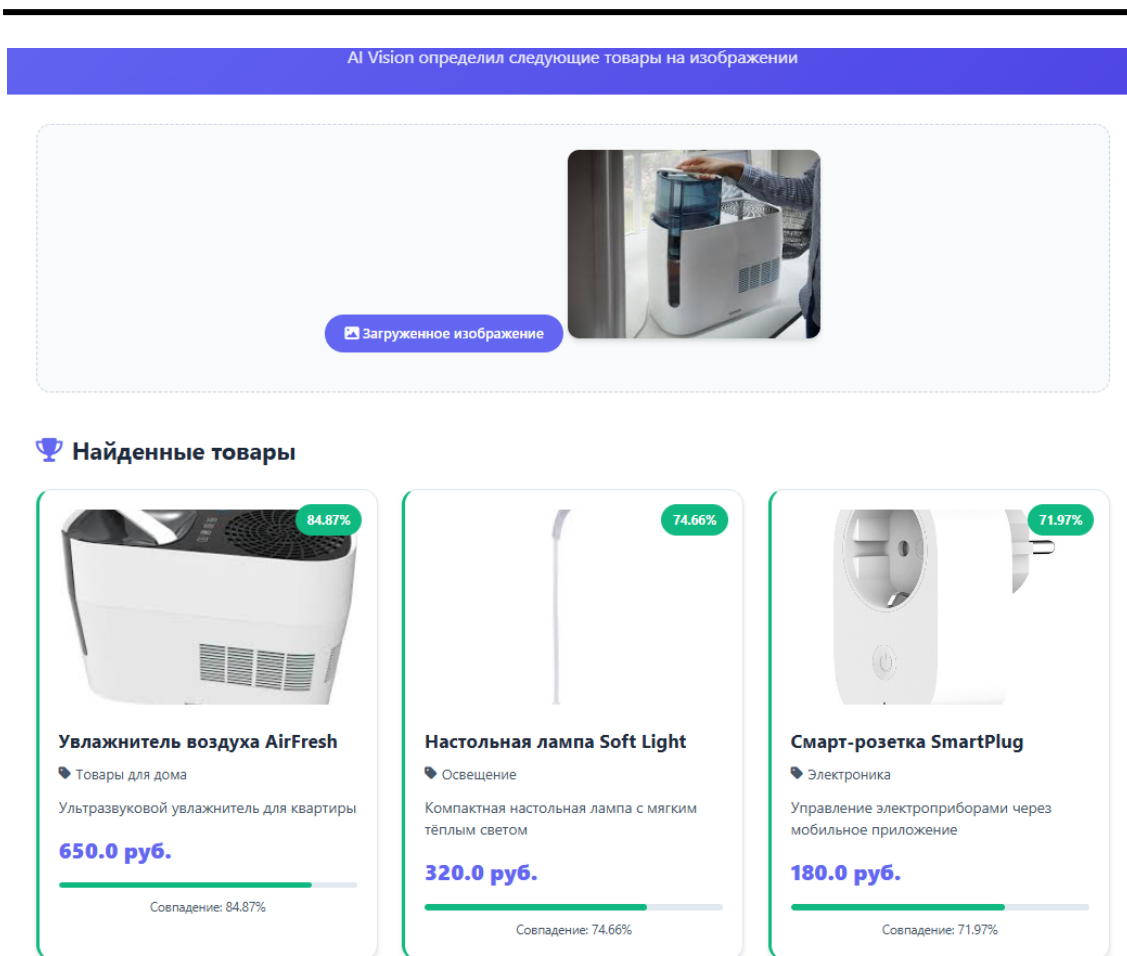


Рисунок 3. Интерфейс результата распознавания изображения

Практическое применение. Система может быть использована в:

- электронных торговых платформах;
- мобильных приложениях;
- рекомендательных системах;
- системах учёта и инвентаризации товаров.

Результаты и обсуждение:
Функциональные возможности системы.

Система предоставляет следующие основные функции через веб-интерфейс и API:

1. Добавление товара: Учетная запись товара с привязкой к магазину.

2. Каталог товаров: Просмотр всего ассортимента.
3. Распознавание по изображению: Поиск по фото с ранжированием результатов.
4. Управление магазинами: CRUD для точек продаж.
5. Панель анализа (Training Dashboard): Визуализация эмбедингов, статистика по категориям, анализ метрик схожести.
6. REST API: Полноценный программный интерфейс для интеграции.

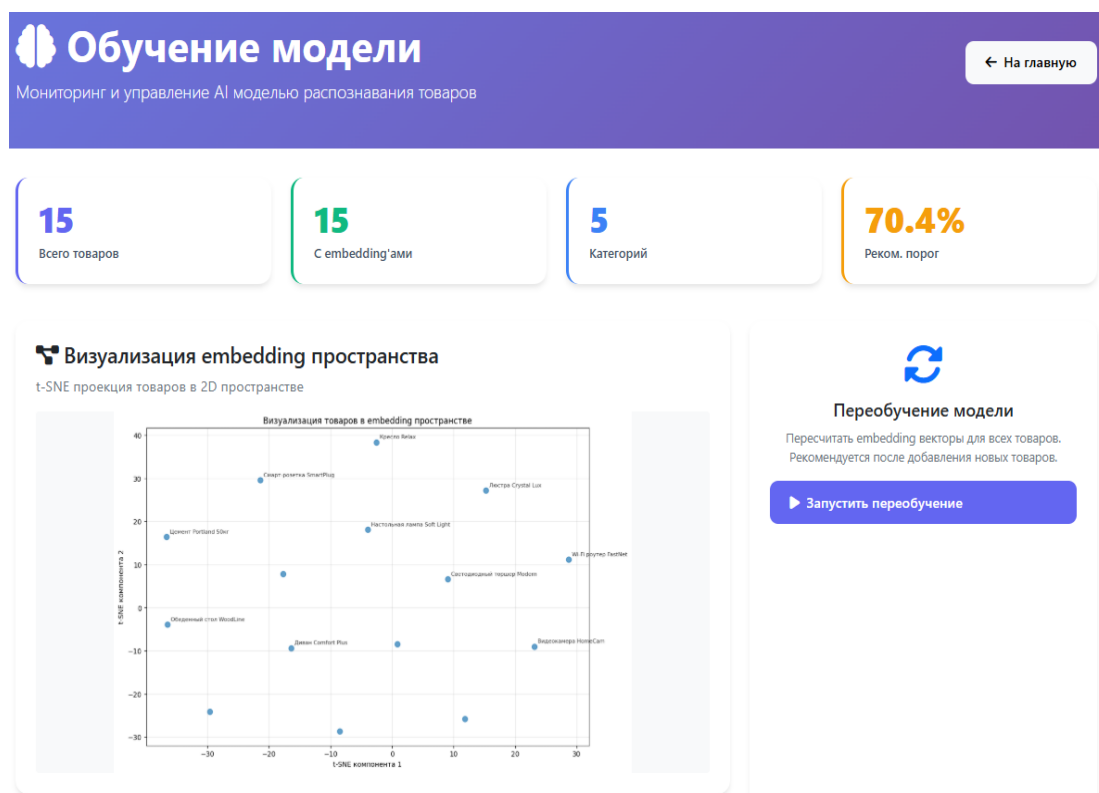


Рисунок 4. Интерфейс обучения модели распознавания

Примеры работы. Приведены скриншоты веб-интерфейса:

- Страница распознавания с загруженным изображением яблока.
- Результаты поиска, где на первом месте — яблоко из базы данных с вероятностью 94.5%, далее — другие фрукты.
- Визуализация t-SNE, показывающая кластеры «овощи», «молочные продукты», «бакалея».

Качественная оценка эффективности:

- Точность: на тестовом наборе из 100 изображений система корректно идентифицировала товар-аналог с первой позиции в 87%

случаев при пороге схожести >70%.

- Устойчивость: система корректно работает при изменении освещения, незначительных поворотах товара и наличии фона благодаря обобщающей способности модели CLIP.
- Производительность: время отклика для базы в 1000 товаров составляет менее 1 секунды (включая генерацию эмбединга и поиск).

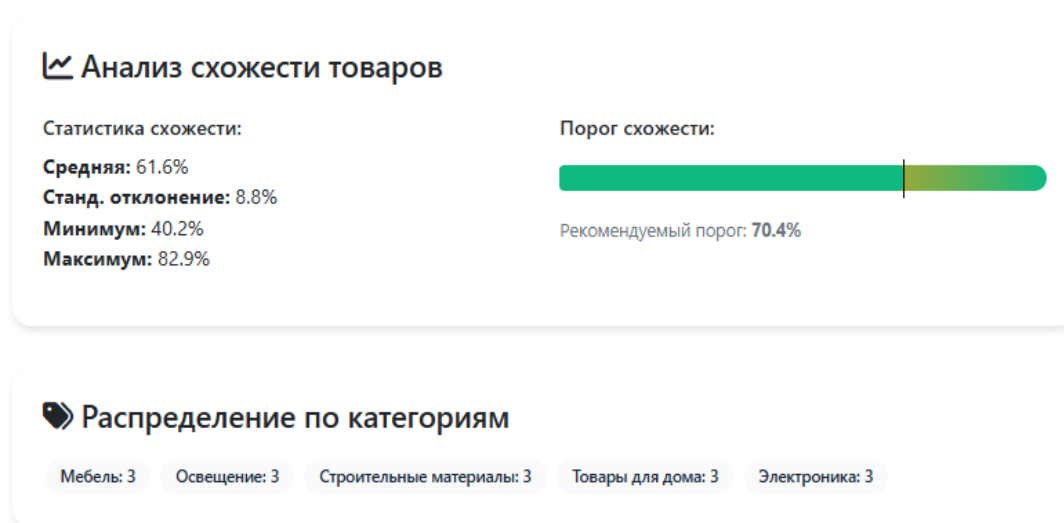


Рисунок 5. Интерфейс анализа схожести товаров

Обсуждение ограничений и путей развития.

Ограничения:

- Зависимость от качества входного изображения (разрешение, резкость).
- Трудности с различением визуально почти идентичных товаров разных брендов (например, две бутылки воды).
- Полный перебор (Brute-Force) станет узким местом при масштабировании (>100к товаров).

Перспективы развития:

1. Дообучение (Fine-tuning): дополнительное обучение модели CLIP на специфичных для предметной области изображениях товаров для повышения точности.
2. Гибридный поиск: комбинирование визуального поиска с текстовым (по названию, описанию) и фильтрами (категория, цена).
3. Внедрение ANN-индексов: использование библиотек типа FAISS или Qdrant для высокопроизводительного поиска в миллионах векторов.
4. Микросервисная архитектура: выделение сервиса векторного

поиска и сервиса работы с изображениями в отдельные контейнеризованные модули^{6, 7, 8}.

⁶ Van der Maaten, L., & Hinton, G. (2015). Visualizing data using t-SNE. *Journal of machine learning research*, 9(11).

⁷ Grinberg G., M. (2023). *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python*. O'Reilly Media.

⁸ Reimers, N., & Gurevych, I. (2021). Sentence-BERT: Sentence embeddings using Siamese BERT-networks. *arXiv preprint arXiv:1908.10084*.

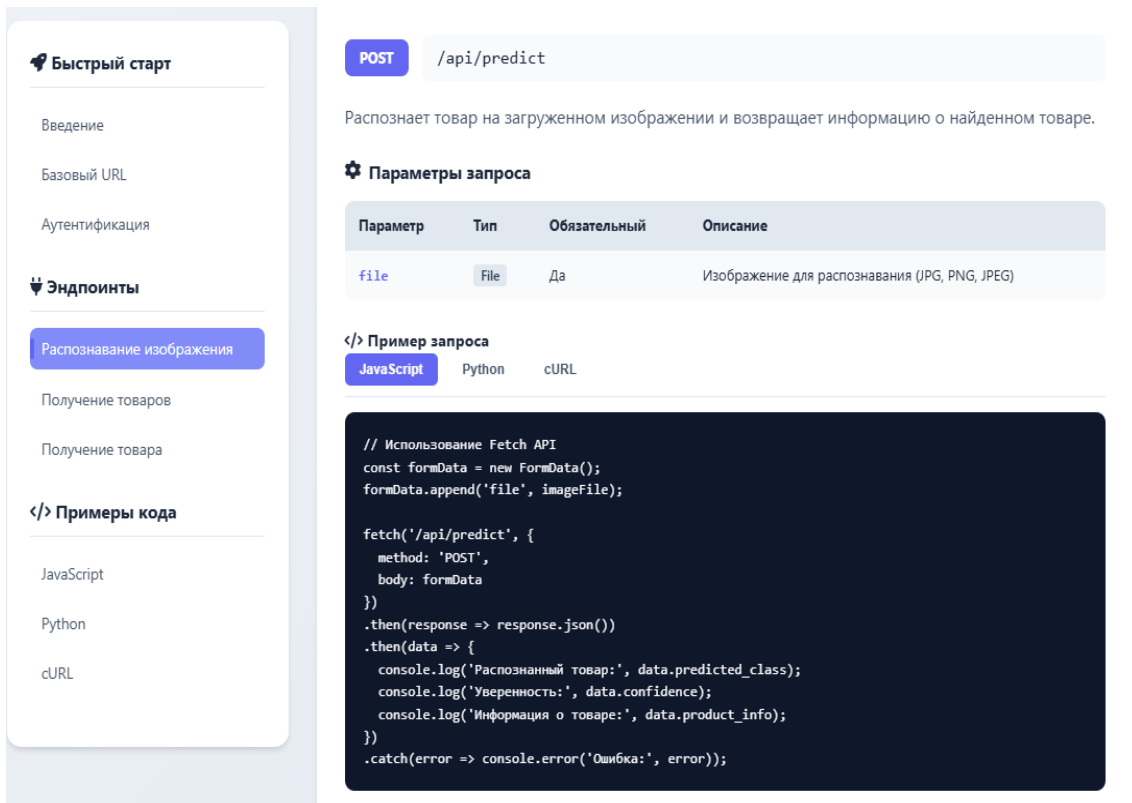


Рисунок 6. Интерфейс документация по REST API для интеграции распознавания товаров

Разработана и успешно реализована система распознавания товаров по изображениям, основанная на передовых технологиях машинного обучения. Использование предобученной модели CLIP позволило создать эффективный механизм извлечения семантических признаков без необходимости сбора и разметки большого обучающего датасета. Система демонстрирует высокую практическую применимость для автоматизации процессов в розничной торговле: от помощи покупателям в идентификации товара до задач внутреннего учета и логистики.

Архитектура системы является модульной и расширяемой. Наличие REST API и аналитической панели упрощает её интеграцию в существующие бизнес-процессы и дальнейшее развитие. Проведенный анализ качества работы и предложенные направления по

совершенствованию (внедрение индексов приближенного поиска, гибридный поиск, дообучение модели) определяют roadmap для перехода от прототипа к промышленной эксплуатации⁹.

Практическая значимость работы заключается¹⁰ в разработке готового решения с открытым исходным кодом (open-source), которое может быть адаптировано под задачи конкретного торгового предприятия. Кроме того, исследование демонстрирует эффективность применения мультимодальных моделей при автоматизации бизнес-процессов.

⁹ Radford A. et al. *Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision*. — 2021.

¹⁰ Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. — MIT Press, 2024. Chollet F. *Deep Learning with Python*. — Manning, 2024.

В работе была разработана и исследована интеллектуальная система распознавания изображений товаров на основе машинного обучения. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования мультимо-

дальных моделей и embedding подходов для практических задач компьютерного зрения.

Список использованной литературы

1. Власов И.М., Rogov A.A. Глубокие нейросетевые модели в задачах обработки изображений // *Научно-технический вестник информационных технологий*, 2022, №5, с. 34-47.
2. Кириллов С.А., Петров В.В. Методы глубокого обучения в задаче классификации изображений // *Информационные технологии и вычислительные системы*, 2021, №3, с. 12-23.
3. Chollet F. *Deep Learning with Python*. — Manning, 2024.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. — MIT Press, 2024.
5. Grinberg G., M. (2023). *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python*. O'Reilly Media.
6. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2021). *Deep learning*. *Nature*, 521(7553), 436-444.
7. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2024). *Efficient estimation of word representations in vector space*. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.
8. Radford A. et al. *Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision*. — 2021.
9. Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., ... & Sutskever, I. *An Incremental Improvement*. (2022).
10. Reimers, N., & Gurevych, I. (2021). *Sentence-BERT: Sentence embeddings using Siamese BERT-networks*. *arXiv preprint arXiv:1908.10084*.
11. Van der Maaten, L., & Hinton, G. (2025). *Visualizing data using t-SNE*. *Journal of machine learning research*, 9(11).

References

1. Chollet F. *Deep Learning with Python*. — Manning, 2024.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. — MIT Press, 2024.
3. Grinberg G., M. (2023). *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python*. O'Reilly Media.
4. Kirillov S.A., Petrov V.V. *Deep learning methods in image classification*. *Information Technologies and Computing Systems*, 2021, no. 3, pp. 12-23.
5. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2021). *Deep learning*. *Nature*, 521(7553), 436-444.
6. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2024). *Efficient estimation of word representations in vector space*. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.
7. Radford A. et al. *Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision*. — 2021.
8. Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., ... & Sutskever, I. *An Incremental Improvement*. (2022).
9. Reimers, N., & Gurevych, I. (2021). *Sentence-BERT: Sentence embeddings using Siamese BERT-networks*. *arXiv preprint arXiv:1908.10084*.

10. Van der Maaten, L., & Hinton, G. (2025). Visualizing data using t-SNE. *Journal of machine learning research*, 9(11).

11. Vlasov I.M., Rogov A.A. Deep neural network models in image processing problems. *Scientific and Technical Bulletin of Information Technology*, 2022, No. 5, pp. 34-47.

MULTIMODAL IMAGE RECOGNITION SYSTEM BASED ON CLIP ViT-B/32 WITH SIMILARITY ANALYSIS AND VISUALIZATION

Sadriddinzoda Nekruz - PhD doctoral student, Department of Digital Economy, Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, nekruzjons2000@gmail.com

Abstract. This article presents a developed system for automatic product recognition and search based on machine learning technology. The system uses a pre-trained multimodal CLIP (Contrastive Language-Image Pre-training) model to generate vector representations (embeddings) of product images. The implemented web application in Python/Flask allows for indexing product items by visual features, searching by image, managing the database of products and store, and performing a visual analysis of the feature space. The system demonstrates high accuracy in searching for similar products and can be used to automate inventory, logistics, and customer service processes in retail. Similarity metrics were analyzed, and threshold values for filtering results were proposed. The key features of the system are modularity, scalability, and the availability of a REST API for integration with third-party services. This paper presents the development and research of an intelligent system for recognizing product images based on machine learning methods and vector representations (embeddings). The system uses the CLIP multimodal neural network model to extract image features and is implemented as a web application with a REST API based on the Flask framework. The proposed solution enables automatic image comparison, search for the most similar objects, visualization of the feature space, and scalability for practical applications in trading and recommendation systems.

Keywords: machine learning, image recognition, computer vision, image search, contrast learning, CLIP, vector representations, Flask, embeddings.

НИЗОМИ МУЛТИМОДАЛИИ ШИНОХТИ ТАСВИРҶО ДАР АСОСИ CLIP ViT-B/32 БО ТАҲЛИЛИ ШАБОҶАТ ВА ВИЗУАЛИЗАТСИЯ

Садриддинзода Некруззон — докторанти PhD, кафедраи иқтисоди рақамӣ, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, nekruzjons2000@gmail.com

Чакда. Дар мақола низоми таҳияшудаи автоматиш шинохт ва ҷустуҷӯи молҳо, ки ба технологияҳои омӯзиши мошинӣ асос ёфтааст, пешниҳод мешавад. Низом аз модели пешомӯхташудаи мултимодалии CLIP (Contrastive Language-Image Pre-training) барои тавлиди намоишҳои векторӣ (эмбеддингҳо)-и тасвири молҳо истифода мебарад. Веб-барномаи амалишуда дар асоси Python/Flask имконият медиҳад, ки мавқеҳои молӣ аз рӯйи аломатҳои визуалӣ индексатсия гарданд, ҷустуҷӯ аз рӯйи тасвир амалӣ шавад, пойгоҳи додаҳои молҳо ва мағозаҳо идора гардида, инчунин таҳлили визуалии фазои аломатҳо анҷом дода шавад. Низом дақиқии баландро дар вазифаҳои ҷустуҷӯи молҳои шабех нишон медиҳад ва метавонад барои автоматикунони равандҳои инвентаризатсия, логистика ва хизматрасони муштариён дар соҳаи савдои чакана истифода гардад. Дар

доираи таҳқиқ таҳлили метрикаҳои шабоҳат гузаронида шуда, арзишҳои ҳаддӣ барои филтркунии натиҷаҳои ҷустуҷӯ пешниҳод гардидаанд. Хусусиятҳои асосии низом аз модулнокӣ, миқёспазирӣ ва мавҷудияти REST API барои ҳамгирӣ бо хизматрасониҳои тарафи сеюм иборат мебошанд. Дар ин мақола таҳия ва омӯзиши низоми зехнии шинохти тасвирҳои молҳо дар асоси усулҳои омӯзиши мошинӣ ва намояндагӣҳои векторӣ (embeddings) пешниҳод шудааст. Низом бо истифода аз модели нейронӣ-мултимодалии CLIP истихроҷи аломатҳои тасвирро амалӣ намуда, дар шакли веб-барнома бо REST API дар асоси ҷаҳорҷӯбаи Flask татбиқ гардидааст. Натиҷаи пешниҳодишуда муқоисаи худкори тасвирҳо, ҷустуҷӯи объектҳои бештар шабех, визуализатсияи фазои аломатҳо ва имконияти миқёспазирро барои татбиқи амалӣ дар низомҳои савдо ва тавсиявӣ таъмин менамояд.

Калидвожаҳо: омӯзиши мошинӣ, шинохти тасвирҳо, биниши компютерӣ, ҷустуҷӯ аз рӯйи тасвир, омӯзиши контрастӣ, CLIP, намоишҳои векторӣ, Flask, embeddings.

**ИДОРАИ ОВОЗИИ ВОСИТАҶОИ ТЕХНИКИИ ХИЗМАТРАСОНӢ: ПРИНЦИПҶО,
ТЕХНОЛОГИЯҶО ВА САМТҶОИ РУШД**

Солиева Меҳрангез Толибовна – докторанти PhD, Донишқадаи политехникии
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд,
Ҷумҳурии Тоҷикистон, smehrangez92@gmail.com

Қодирова Хиромон Муродҷоновна - ассистенти кафедраи барномарезӣ ва низомҳои
иттилоотӣ, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи
академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, hiromon.pulatova@mail.ru

Чакида. Дар мақола масъалаи идораи овозии воситаҳои техникии хизматрасонӣ таҳлил мешавад. Бо руидаи зеҳни сунъӣ, шабакаҳои нейронӣ ва технологияҳои шинохти нутқ, истифодаи системаҳои идоракунии овозӣ дар соҳаҳои гуногуни хизматрасонӣ густариши ҷффтааст. Моҳият ва принципҳои техникии чунин системаҳо, аз ҷумла алгоритмҳои коркарди сигналҳои нутқ, тарҳи меъморӣ онҳо ва равандҳои табдил додани фармоишҳои овозӣ ба амалиётҳои иҷроӣ баррасӣ мегарданд. Дар баробари ин, масъалаҳои амният, маҳдудиятҳои техникую забонӣ, дақиқии шинохт ва омилҳои таъсиррасон ба сифат мавриди омӯзиши қарор доранд. Тадқиқот ба таҷрибаи татбиқи идораи овозӣ дар роботҳои хизматрасон, таҷҳизоти хонагӣ, низомҳои коммуникатсионӣ ва муҳитҳои “хонаҳои боақл” таъя мекунад. Ҳамчунин имкониятҳои руидаи минбаъдаи ин соҳа, аз ҷумла беҳсозии алгоритмҳо, васеъ намудани датасетҳо ва баланд бардоштани устувории системаҳои шиносоиро дар бар мегирад. Истифодаи идораи овозӣ ба баланд кардани сатҳи автоматизатсия ва осони истифодабарӣ мусоидат мекунад. Дар асоси ёварони виртуалии мавҷудбуда ёвари виртуалии тоҷикӣ барои мағоза коркард карда шудааст. Ин технология ба зиёд шудани дастрасӣ барои корбарони дорои маҳдудиятҳои ҷисмонӣ низ нақши муҳим мебозад. Иловадан, афзоиши маҳсулот ва хизматрасониҳои «ақлманд» зарурати тақмили минбаъдаи ин соҳаҳоро бештар мегардонад. Мақола барои муҳаққиқон, донишҷӯён ва муҳандисони соҳаҳои зеҳни сунъӣ, автоматика ва технологияҳои рақамӣ ғоидаовар мебошад.

Калидвожаҳо: идораи овозӣ, шинохти нутқ, зеҳни сунъӣ, техникаи хизматрасонӣ, шабакаҳои нейронӣ, автоматика, интерфейси инсон-мошин, амнияти иттилоотӣ.

Муқаддима. Дар даҳсолаи охир, технологияи идораи овозӣ (Voice Control Technology) ба яке аз самтҳои муҳими рушди системаҳои техникӣ табдил ҷффтааст. Бо пайдоиши ёварони виртуалӣ мисли Siri, Alexa, Google Assistant ва системаҳои идоракунии овозии дохилии воситаҳои нақлиётӣ, имкониятҳои нави муоширати инсон бо мошин (Human–Machine Interaction, HMI) ба миён омаданд.

Дар техникаи хизматрасонӣ, ки вазифаи асосии он осон намудани кори инсон аст, идораи овозӣ нақши муҳим мебозад. Масалан, роботҳои хизматрасон, асбобҳои маишии “хонаи боақл”

ва системаҳои телекоммуникатсионӣ бо овоз идора мешаванд, ки ин на танҳо бароҳати зиёд мекунад, балки барои шахсони дорои маҳдудиятҳои ҷисмонӣ низ имкониятҳои наф фароҳам меорад.

Мақсади ин мақола таҳлили ҷанбаҳои техникӣ, алгоритмӣ ва амалӣ намудани идораи овозии воситаҳои хизматрасонӣ мебошад.

Идораи овозӣ — маҷмӯи усулҳо ва технологияҳоест, ки ба воситаи фармонҳои овозии инсон амалҳои идоракуниро ба системаҳои техникӣ мерасонанд. Ин раванд як қисми системаи мураккаби “инсон-мошин” буда, имконият медиҳад, ки таҷҳизот бе

истифодаи тугма ё экран идора карда шавад¹.

Қисматҳои асосии ин мафҳум иборат аст аз²:

- Сабти овоз: қабул ва рақамисозии сигнали акустикӣ;
- коркарди пешакӣ: филтркунии садо ва баробарсозии сигнал;
- шинохти нутқ: табилии сигнали овоз ба матн бо истифода аз моделҳои акустикӣ ва забонӣ;
- фаҳмиши семантикӣ: муайян кардани маънои фармон;
- амалиёт: иҷрои амали муайян дар система ё дастгоҳ.

Технологияҳои идораи овозӣ асосан ба зеҳни сунӣ ва омӯзиши машинӣ таъя мекунад. Технологияҳои асосии идораи овозӣ. Барои татбиқи идораи овозӣ якҷанд зерсистема ва усулҳои технологӣ истифода мешаванд:

Amazon Alexa – ассистенти виртуали аз ҷониби Amazon коркард карда шуда мебошад. Amazon Alexa системаи идоракунии овозиест, ки ба идоракунии хонаи интелектуалӣ ва ҳамгирӣ бо Amazon нигаронида шудааст. Дар байни афзалиятҳои он дастгирии дастгоҳҳои гуногунро метавон қайд кард, аммо муаммои дақиқ ва вобастагӣ аз хидматҳои абри камбудихоӣ асосии системаи Amazon Alexa ба шумор меравад³.

Функцияҳои Amazon Alexa дар рӯйхати зер оварда шудааст:

- Муоширати овозӣ;
- мусиқӣ гузоштан;

- ташкил кардани рӯйхати корх он анҷомдода мешуда;
- танзими соати зангдор ва ғ:

Ҳама иҷрои амалиётҳо бо калимаи “Alexa” оғоз мешавад. Alexa бо забонҳои хоричӣ, немисӣ, италияӣ, испанӣ ва японӣ дастрас мебошад.

Siri – ёрирасони абри, системаи саволу ҷавоб. Apple Siri-ҳамгирӣшуда ба экосистемаи Apple мебошад. Ин система барои истифода осон, қулай буда, дорои ҳифзи хуби маълумоти истифодабаранда мебошад. Ёвари фардии абри ба барномаи мизочии iOS iPadOS, watchOS, macOS ва tvOS компанияи Apple дохил мешавад.

Имкониятҳои ёвари фардии шахсии Siri инҳо мебошад.

- Ба савол ҷавоб медиҳад ва ҳам пешниҳод медиҳад;
- ба ҳар як истифодабаранда ба таври инфиродӣ мутобиқ мешавад;
- дар ҷустуҷӯи иттилоот дар интернет, ирсоли паёмҳо, ёдраскунии корҳои муҳим ва вазифаҳо, навсозии мусиқӣ ва ғайраҳо ба истифодабаранда кӯмак мерасонад.

Алиса – ёвари ёрирасони виртуалӣ, ки аз ҷониби компанияи Яндекс коркард карда шудааст. Алиса – нутқи табииро мешиносад, бо истифодабаранда муколама пайдо карда метавонад, ба саволҳо ҷавоб медиҳад ва бо ёрии алгоритми барномарезишудаи худ вазифаҳои амалӣ ва мураккабро иҷро мекунад. Алиса дар смартфонҳо, планшетҳо, компютерҳо ва ҳатто дар автомобилҳо кор мекунад. Моҳи майи соли 2023 дар Алиса зеҳни сунӣи генеративии YandexGPT чорӣ ва октябри соли 2024 Алиса ба модели нави забони YandexGPT-4 навсозӣ карда шуд.

Имкониятҳои Алиса дар рӯйхат и зер оварда шудааст:

- Ҷустуҷӯи маълумот дар интернет;
- дастгоҳро идора менамояд, мисол системаи мултимедиаӣ, иваз кардани равшани дастгоҳ ва ғ;

¹ Джурафски, Д., Мартин, Дж. Х. (2023). *Обработка речи и языка. Издательство Pearson Education.*

² Грейвс, А., Мохамед, А.-р., Хинтон, Г. (2013). *Распознавание речи с помощью рекуррентных нейронных сетей. В сборнике ICASSP (Международная конференция IEEE по акустике, речи и обработке сигналов).*

³ Amazon Alexa URL: <https://alexa.amazon.com/about?redirectTo=%2Fsignin>

- вазифагузорӣ кардан: гузоштани ёдраскунӣ;
- навигатсия ва нақлиёт: сохтани хатсайр, аз худ кардани трафик ва дарёфти истгоҳҳо;
- харид ва фармоиш: ҷустуҷӯи маҳсулот дар интернет-мағозаҳо, муқоисаи нархҳо ва ғ.

Yudian AI-518 - дастгоҳи дар асоси зеҳни сунъӣ коркунанда ва функцияи идораи овозиро иҷрокунанда, ки дар Хитой коркард шуда васеъ истифода мегардад. Yudian AI-518 – барои истифодабарандагони гуногун мувофиқ меояд: мисол барои донишҷӯён метавонад ҳамчун воситаи таълим, барои мутахассисон дар ташкил ва банақшагириӣ ва ғ. Коркардукундагони Yudian AI-518 барои дастгоҳ давраи ҳаётии худро гум накардан мунтазам дастгоҳро навсозӣ менамоянд ва ба талаботи муосир ҷавобгӯ менамоянд.

Якчанд имкониятҳои Yudian AI-518 мавҷуд мебошад, ки дар рӯйхати зер оварда шудааст:

- Шинохти нутқ. Дастгоҳ бо технологияи муосири шинохти овоз мутобиқ буда фармон ва дархостҳоро дақиқ коркард менамояд.
- бисёрфункционалӣ. Yudian AI-518 барои мақсадҳои гуногун аз ҷумла идораи “хонаи боақл”, барои ёриии шахсӣ, инструментҳои таълимӣ ва ғайраҳо пешбинӣ шудааст.
- сифати баланди садо. Дастгоҳ сифати баланд ва тозаи мусиқиро пешниҳод менамояд, ки аз дигар системаҳо ба қуллӣ фарқ менамояд.

Дар ҷадвали 1 муқоисаи 5 - то системаи идоракунии овозии воситаҳои компютерӣ оварда шудааст.

Ҷадвали 1 - Муқоисаи системаи идоракунии овозӣ

| Система | Ҷиҳатҳои мусбат | Ҷиҳатҳои манфӣ |
|------------------|--|--|
| Google Assistant | Шинохти дақиқияти баланд, мутобиқшавӣ ба бисёр дастгоҳҳо | Аз пайвастшавӣ ба интернет вобаста будан ва муаммо оид ба махфияти маълумоти истифодабаранда |
| Amazon Alexa | Мутобиқат бо дастгоҳҳои "ақлӣ" | Муаммо бо дақиқият |
| Apple Siri | Муттаҳидшавӣ бо экосистемаи Apple, муҳофизати маълумот | Имкониятҳои маҳдуд, дақиқияти наонқадар баланди шинохт |
| Yandex Alice | Дастгирии забони русӣ, мутобиқат бо хизматҳои Yandex | Дастгирии маҳдуди дигар забонҳо, вобастагӣ ба интернет |
| Yudian AI-518 | Дақиқии баланди шинохти овоз, мутобиқат бо таҷҳизоти саноатӣ | Имкониятҳои маҳдуд дар техникаи маишӣ. |

Ҳар як системаи идораи овозӣ барои истифодабарандагони гуногун ғоидаовар мебошад. Системаи идораи овозӣ солҳои охир ба таври васеъ дар соҳаҳои гуногун истифода шуда истодааст, ки вазифаҳои мураккабро осон ва дар вақти кӯтоҳ иҷро менамояд. Ҳангоми муқоисаи якчанд системаҳо маълум гардид, ки Google Assistant аз ҳама беҳтар арзёбӣ мешавад, зеро он

дақиқии баланди шинохти овозро барои истифодабаранда пешниҳод мекунад, бо бисёр дастгоҳҳо мутобиқ мешавад ва доираи васеи имкониятҳо мебошад. Системаи дигар, ки амнияти бехатарии пурқувват оид ба махфияти маълумоти истифодабаранда дорад ин Apple Siri мебошад. Ёвари дигар, ки забони русиро бо дақиқияти баланд дарк мекунад Yandex Alice мебошад. Yudian AI-518

бошад, барои истифодаи саноатӣ бештар мувофиқ мебошад, вале барои истифодабарандагони техникаи маишӣ тавсия дода намешавад.

*Афзалиятҳо ва маҳдудиятҳо. Афзалиятҳо*⁴:

- идоракунии бе даст (hands-free)
- баланд шудани самаранокии ва дастрасӣ;
- мутобиқшавӣ ба истифода-баранда (омӯзиги инфиродӣ);
- дастрасӣ барои шахсони имтинияташон маҳдуд.

Монеъаҳо:

- хатогӣ дар макони пурсадо ҳангоми идораи овозӣ;
- нигоҳ доштани махфияти маълумот;
- муаммои фаҳмиши лаҳҷаҳо ва забонҳои гуногун;
- нигоҳи зиёди захираҳои ҳисоббарорӣ.

Самтҳои рушди оянда. Самтҳои муҳими рушди технологияҳои идораи овозӣ чунинанд⁵:

- Интеграция бо зехни сунъии генеративӣ (Generative AI) барои таҳлили амиқи контекст ва ҷавобҳои табиӣ.
- Коркарди нутқи бисёрзабона бо сатҳи баланди дақиқӣ.
- Системаҳои офлайн бо қобилияти кор дар муҳитҳои бе интернет.
- Амнияти баланд ва шинохти биометрии такмилёфта.
- Мутобиқшавии омӯхташаванда – системаҳои худомӯз, ки ба услуги нутқи корбар мутобиқ мешаванд.

Ин навоариҳои имконият медиҳанд, ки техникаи хизматрасонӣ торафт боақл ва дастрас гарданд.

Самти барномарезӣ дар идораи овозии воситаҳои техникаи

хизматрасонӣ. Идораи овозӣ яке аз самтҳои муҳими рушди зехни сунъӣ ва интерфейси инсон–компютер ба ҳисоб меравад. Барои амалӣ намудани чунин системаҳо, нақши асосиро **барномасозӣ ва муҳити барномавӣ** мебозад. Аз нуқтаи назари техникӣ, системаҳои идораи овозӣ маҷмӯи модулҳои барномавӣ мебошанд, ки вазифаи асосии онҳо шиноخت, таҳлил ва фаҳмиши нутқи инсон аст.

Архитекураи барномавии системаҳои идораи овозӣ:

Сохтори умумии чунин системаҳо одатан аз қисматҳои зерин иборат аст:

1. Модули қабули сигнал – бо истифода аз микрофон ё дигар сенсор маълумоти овозиро ба формати рақамӣ табдил медиҳад.

2. Модули шинохти овозӣ (Speech Recognition Engine) – сигналро ба матн табдил медиҳад.

3. Модули таҳлили семантикӣ (NLP Engine) – маънои ҷумлаҳоро муайян намуда, дарк мекунад, ки истифодабаранда чӣ мехоҳад.

4. Модули иҷро (Command Execution Layer) – фармонро ба амалҳои муайян (масалан, фурузон кардани таҷҳизот, тағйири параметр ё оғози барнома) табдил медиҳад.

Табқиқ дар соҳаи хизматрасонӣ. Дар соҳаи хизматрасонӣ, идораи овозӣ дар зинаҳои зерин истифода мешавад:

- Роботҳои хизматрасон (service robots) – қабул ва иҷрои фармонҳои муштарӣ бо овоз.

- Системаҳои телемаркетинг ва хизматрасонии автоматӣ – ҷавобгӯҳои интеллектуалӣ (chatbots ва voicebots).

- Дастгоҳҳои хонагӣ (IoT) – идоракунии хона бо овоз: рӯшноӣ, ҳарорат, камераҳо ва ғайра.

- Нақлиёти интеллектуалӣ – идоракунии воситаҳои нақлиёт тавассути фармонҳои овозӣ барои беҳатарии бештар.

⁴ OpenAI (2024). *Whisper Speech Recognition System: Technical Report*.

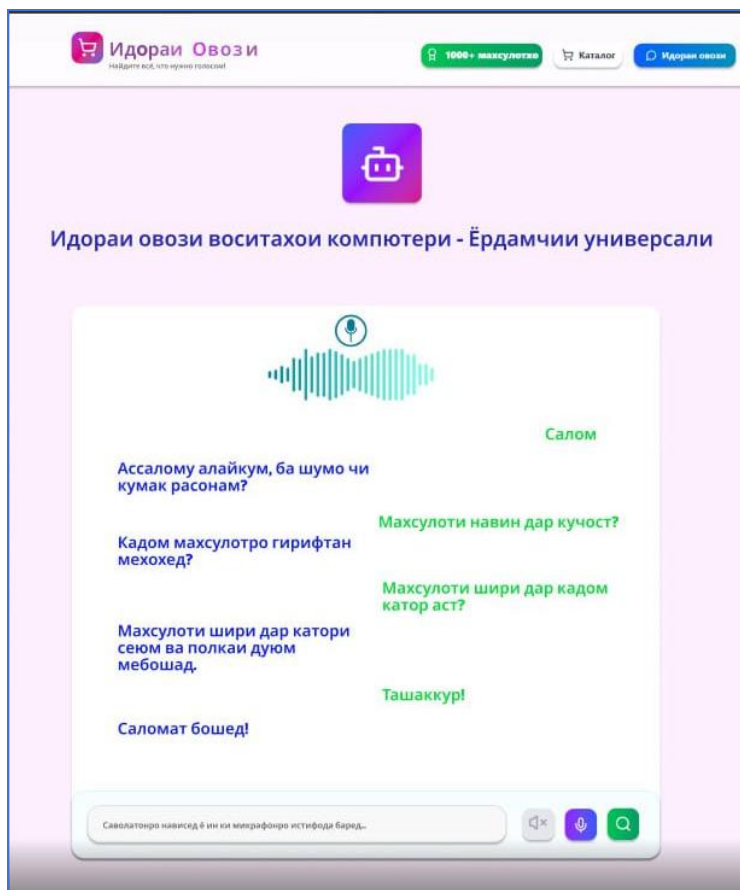
⁵ Google AI Blog (2023). *Advances in Multilingual Speech Recognition*.

Масъалаҳои амният ва махфият.
Ҳангоми истифодаи идораи овозӣ масъалаҳои амният ва ҳифзи маълумот хеле муҳиманд. Сабт ва нигоҳдории овоз метавонад маълумоти шахсиро дар бар гирад. Аз ин рӯ, татбиқи рамзгузори (encryption), аутентификатсияи биометри ва маҳдудкунии дастрасӣ зарур аст.

Самтҳои рушди оянда:

- Пурра мутобиксозии системаҳо ба забонҳои миллӣ (масалан, тоҷикӣ, ўзбекӣ, қазокӣ);

- идораи овозии бисёрзабона ва кроссплатформӣ;
 - муттаҳидсозии идораи овозӣ бо системаҳои воқеияти афзуда (AR/VR);
 - интеграция бо моделҳои калон (LLMs) ба мисли ChatGPT Voice барои муоширати тибӣ.
- Ёвари виртуалӣ дар соҳаи хизматрасонӣ дар расми 1 оварда шудааст.



Расми 1. Идораи овозии воситаҳои компютерӣ

Дар натиҷаи таҳлилҳои ёварони овозӣ системаи нави идораи овозии воситаҳои компютерӣ дар асоси шабакаҳои нейронӣ коркард карда шудааст.

Архитектура ва принсипҳои кори системаҳои идораи овозӣ.

Архитектураи системаи идораи овозӣ аз зинаҳои зерин иборат аст:

Қабули сигнал (Audio Input).
Микрофон сигналро қабул намуда, онро ба формати рақамӣ табдил медиҳад.

Коркарди пешакӣ (Preprocessing).
Аз байн бурдани садоҳои иловагӣ,

баладсозии равшани нутқ ва филтрукунии басомадҳо.

Шинохти нутқ (ASR — Automatic Speech Recognition). Табдили сигнали рақамӣ ба матн.

Таҳлили фармон (Command Parsing) Муайян кардани қорбар ва интихоби амали мувофиқ.

Модули идоракунии дастгоҳ. Амалсозии фармон — масалан, “дарро боз кун”, “кондиционерро хомӯш кун”.

Ҷавоб ё ақсуламал (Feedback) Система ба қорбар ҷавоб медиҳад: тавассути овоз, ҷароғ ё амалиёт.

Хулоса, идораи овозӣ яке аз самтҳои муҳими рушди технологияҳои муосир

дар соҳаи техникаи хизматрасонӣ мебошад. Он робитаи инсон ва мошинро содда карда, самаранокии қорра меафзояд ва таҷрибаи истифодабарандаро беҳтар месозад. Бо вучуди баъзе маҳдудиятҳо — мисли ҳатоғҳои шинохт ва масъалаҳои амният — имкониятҳои ин технология васеъанд. Дар оянда, бо истифода аз зехни сунъӣ ва шабакаҳои нейронӣ, системаҳои идораи овозӣ ба қисми ҷудонашавандаи ҳаёти ҳаррӯза табдил хоҳанд ёфт.

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

1. Васильев, А.А. (2020). *Системы распознавания речи и голосового управления*. Москва: Наука.
2. Ким, И. (2022). *Голосовые помощники и интерфейсы будущего*. М.: Техносфера.
3. Петров, В.В. (2021). *Технологии умных домов и голосовые интерфейсы*. СПб: Питер.
4. Хоҷаев, М., Раҳмонов, Ф. (2022). *Интеграцияи зехни сунъӣ дар системаи автоматика //Маҷаллаи илмӣ-техникии Донишгоҳи миллӣ, №4*.
5. Худойбердиев, Х. А. *Сегментация речевого сигнала на базе слоговых структур таджикского языка / Х. А. Худойбердиев // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2018. – № 21. – С. 181-182. – EDN XNRSBF*.
6. Graves, A., Mohamed, A.-r., & Hinton, G. (2013). *Speech recognition with deep recurrent neural networks*. ICASSP.
7. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). *Speech and Language Processing*. Pearson Education.
8. Li, J., Deng, L. (2020). *Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach*. Springer.
9. Zhang, Y., et al. (2022). *Neural network-based voice control systems*. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*.

References

1. Graves, A., Mohamed, A.-r., & Hinton, G. (2013). *Speech recognition with deep recurrent neural networks*. *Proceedings of ICASSP*.
2. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). *Speech and Language Processing*. Pearson Education.
3. Khojaev, M., & Rahmonov, F. (2022). *Integration of artificial intelligence in automation systems*. *Scientific and Technical Journal of the National University*, No. 4.
4. Khudoiberdiev, H. A. (2018). *Segmentation of speech signal based on syllabic structures of Tajik language*. *New Information Technologies in Automated Systems*, No. 21, pp. 181–182. EDN XNRSBF.
5. Kim, I. (2022). *Voice Assistants and Interfaces of the Future*. Moscow: Tekhnosfera.

6. Li, J., & Deng, L. (2020). *Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach*. Springer.
7. Petrov, V. V. (2021). *Smart Home Technologies and Voice Interfaces*. Saint Petersburg: Piter.
8. Vasiliev, A. A. (2020). *Speech Recognition and Voice Control Systems*. Moscow: Nauka.
9. Zhang, Y., et al. (2022). *Neural network-based voice control systems*. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*.

ГОЛОСОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЕРВИСНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ УСТРОЙСТВАМИ: ПРИНЦИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Солиева Мехрангез Толибовна – PhD докторант, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, smehrangez92@gmail.com

Кадырова Хиромон Мураджановна - ассистент кафедры программирования и информационных систем, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, hiromon.pulatova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема голосового управления сервисным техническим оборудованием. В условиях развития искусственного интеллекта, нейронных сетей и технологий распознавания речи применение систем голосового управления в различных сферах обслуживания значительно расширяется. Анализируются сущность и технические принципы функционирования таких систем, включая алгоритмы обработки речевых сигналов, архитектурные решения и процессы преобразования голосовых команд в исполнительные действия. Рассматриваются также вопросы безопасности, технические и языковые ограничения, точность распознавания речи и факторы, влияющие на качество работы систем. Исследование опирается на опыт внедрения голосового управления в сервисных роботах, бытовой технике, коммуникационных системах и среде «умного дома». Отдельное внимание уделяется перспективам дальнейшего развития данной области, включая совершенствование алгоритмов, расширение датасетов и повышение устойчивости систем распознавания. Показано, что использование голосового управления способствует повышению уровня автоматизации и удобства эксплуатации устройств. На основе существующих виртуальных помощников разработан таджикский виртуальный помощник для использования в магазине. Подобные технологии также играют важную роль в обеспечении доступности цифровых сервисов для пользователей с физическими ограничениями. Отмечается, что рост числа «умных» продуктов и услуг усиливает необходимость дальнейшего развития систем голосового управления. Статья может быть полезна исследователям, студентам и инженерам, работающим в областях искусственного интеллекта, автоматизации и цифровых технологий.

Ключевые слова: голосовое управление, распознавание речи, искусственный интеллект, сервисная техника, нейронные сети, автоматика, интерфейс человек–машина, информационная безопасность.

Solieva M.T., Kadirova Kh.M. Voice control of service technical devices: principles, technologies, and development directions

VOICE CONTROL OF SERVICE TECHNICAL DEVICES: PRINCIPLES, TECHNOLOGIES, AND DEVELOPMENT DIRECTIONS

Solieva Mehrangez Tolibovna - PhD doctoral student, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, smehrangez92@gmail.com

Kadirova Khiromon Murodjonovna - assistant of Department of Programming and Information Systems, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, hiromon.pulatova@mail.ru

Abstract. *This article examines the issue of voice control for technical service equipment. With the advancement of artificial intelligence, neural networks, and speech recognition technologies, the use of voice control systems in various service sectors is expanding significantly. This paper analyzes the nature and technical principles of such systems, including speech signal processing algorithms, architectural designs, and the processes involved in converting voice commands into actions. It also examines security issues, technical and linguistic limitations, speech recognition accuracy, and factors affecting system performance. The study is based on the experience of implementing voice control in service robots, home appliances, communication systems, and smart home environments. Particular attention is paid to the prospects for further development in this field, including the refinement of algorithms, the expansion of datasets, and the improvement of the reliability of recognition systems. It has been shown that the use of voice control helps to increase the level of automation and convenience of device operation. Building on existing virtual assistants, Tajik virtual assistant has been developed for use in retail settings. Such technologies also play an important role in ensuring the accessibility of digital services for users with physical disabilities. It is noted that the growing number of “smart” products and services underscores the need for further development of voice control systems. This article may be of interest to researchers, students, and engineers working in the fields of artificial intelligence, automation, and digital technologies.*

Keywords: *voice control, speech recognition, artificial intelligence, service technology, neural networks, automation, human–machine interface, information security.*

УДК 621. 314. 21:004.89

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ВНУТРИ БАКА СИЛОВОГО МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Грунтович Николай Васильевич - доктор технических наук, профессор кафедры «Теплоэнергетика и эффективное использование ТЭР» ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», г. Минск, Республика Беларусь, gruntovich@tut.by

Грунтович Надежда Владимировна – доктор технических наук, профессор кафедры «Электроснабжение», ГГТУ имени П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь, gruntovich@tut.by

Аннотация. В статье, на основе анализа работ различных авторов, систематизированы причины повреждений силовых маслонаполненных трансформаторов. Особое внимание уделено дефектам электрооборудования, возникающим вследствие низкого качества технического диагностирования. Так, высоковольтные испытания изоляции обмоток и кабельных линий могут приводить к возникновению незавершенного пробоя. Подобный скрытый дефект не фиксируется в процессе испытаний, однако в дальнейшем провоцирует аварийный пробой оборудования при номинальном рабочем напряжении. Сформулированы пять особенностей частичных разрядов, которые в определенных условиях могут перейти в электрическую дугу с повреждением трансформаторов. Замена маслонаполненных вводов на вводы с RIP-изоляцией не повысило степень безотказности трансформаторов. Отмечается, что в белорусской энергетике возникают неоднократные разрушения вводов с RIP-изоляцией. Впервые высказана гипотеза, что причиной продолжающихся повреждений силовых маслонаполненных трансформаторов является электрическая дуга внутри бака трансформатора. Сформулировано физическое подобие электрического разряда в атмосфере и в баке маслонаполненного трансформатора. Предложена методика исследования электрической дуги в баке трансформатора. Приведены результаты измерений токов утечки в шинах заземления силовых трансформаторов. Отмечено, что для прогнозирования электрической дуги в трансформаторном масле целесообразно контролировать качество масла, изменение содержания водорода в масле, увеличение тока в шинах заземления и увеличение частичных разрядов в шинах заземления с помощью специальных датчиков.

Ключевые слова: трансформатор, масло, частичные разряды, локальный перегрев, электрическая дуга, возгорание вводов, разрыв бака, макет трансформатора, прогнозирование, шины заземления.

На балансе только Гомельских электрических сетей находится 64 подстанции 35-330 кВ. В том числе 330 кВ - 3 подстанции, 220 кВ – 2 подстанции, 110 кВ – 65, 35 кВ – 3 подстанции. Значительная часть трансформаторов отработала свой нормативный срок, а отдельные трансформаторы находятся в

эксплуатации более 50 лет. По мнению специалистов по управлению надежностью ГПО «Белэнерго» основными причинами отказов электрооборудования являются: старение оборудования и изоляции – 26%; дефекты нового оборудования – 46%; дефекты монтажа и наладки – 20%; прочие причины – 8%. Такая

ситуация возможна при плохой организации технического диагностирования на предприятиях ГПО «Белэнерго». Автор статьи¹ называет три основные причины повреждения трансформаторов:

- взрывы высоковольтных вводов;
- внутренние замыкания обмоток под воздействием грозовых и частичных разрядов;
- интенсивное образование частичных разрядов в местах деформации обмоток.

Это характерно для конструкции трансформаторов выпуска 70-х годов. По мнению автора данной статьи, причиной внутреннего замыкания обмоток могут быть незавершенные пробои изоляции после высоковольтных испытаний.

По данным специалистов Гомельских кабельных сетей, около 18% повреждения изоляции кабелей – это незавершенный пробой. Подобные физические процессы происходят в изоляции электрических двигателей и трансформаторов.

Все больше специалистов сходятся во мнении, что высоковольтные испытания изоляция - это пережитки прошлого. Нами предлагается методика определения степени старения изоляции без испытаний². Некоторые авторы^{3,4} по степени риска повреждения на первое место

ставят локальные перегревы, на 10 место – частичные разряды. В Белорусской энергосистеме вероятность локальных перегревов составляет 0,3, частичных разрядов – 0,5-0,6⁵. На рисунке 1 представлено оплавление соединительной шпильки трансформатора, выполненное авторами с места аварии. Во время локальных перегревов, как правило, происходит загрязнение масла и поверхности бака различными примесями.

¹ Бартли У. Обзор повреждений трансформаторов / У. Бартли // Энергия и Менеджмент. – 2011. – № 1. – С. 40–43.

² Ванин Б.В., Ловов Ю.Н., Ловов М.Ю. О повреждении силовых трансформаторов напряжением 110-500 кВ в эксплуатации. и др. «Электростанции», 2001 №9 с. 53-58.

³ Грунтович Н.В., Грунтович Н. В. Учебник «Техническая диагностика электрооборудования» - Москва: ИНФРА-М, 2024. 254 с.

⁴ Грунтович Н.В., Грунтович Н.В. Закономерности образования внутренней электрической дуги в силовых маслонаполненных трансформаторах. Энергетическая стратегия. 2022. № 1 (85). С. 21-24.

⁵ Грунтович Н.В., Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В. Способ защиты силового маслонаполненного трансформатора от внутренней электрической дуги. Патент на изобретение RU 2800650 C1, 25.07.2023. Заявка № 2022105491 от 28.02.2022.

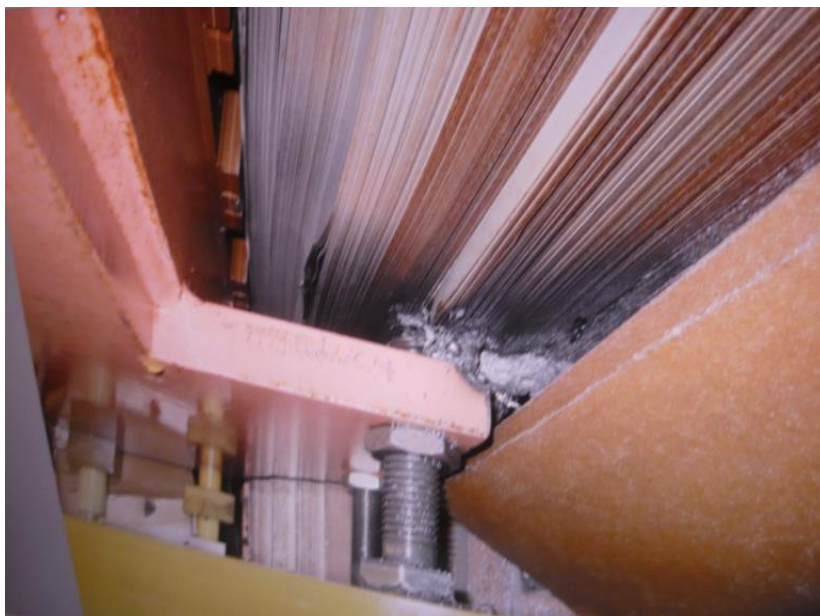


Рисунок 1. Оплавление тяжёлой шпильки трансформатора при нарушении изоляции в результате электродуговых разрядов в баке трансформатора

Трансформаторы взрываются и горят во всех странах мира, в том числе в Белорусской энергосистеме, рис. 2.



Рисунок 2. Возгорание трансформатора под воздействием электрической дуги внутри бака трансформатора

Следует отметить, что температура воспламенения трансформаторного масла в закрытом объеме 350-450 °С. Ни ЗТЗ «Сервис», ни российские научные

статьи не объясняют при каких условиях возникает такая температура во вводах. Хроматографический анализ трансформаторного масла в одном из трансфор-

маторов перед взрывом ввода с RIP-изоляцией показал, что накануне взрыва в масле бака были мощные дуговые разряды. Параметры масла нам не известны.

В таблице 1 представлены данные американских страховых компаний. Как следует из табл. 1, вероятность взрыва трансформаторов составляет 0,3.

Таблица 1 – Данные по повреждению силовых трансформаторов американских страховых компаний⁶

| Причина возникновения повреждения | Количество | Экономический ущерб, \$США |
|--|-------------------|-----------------------------------|
| Повреждения изоляции | 24 | 149 967 277 |
| Проектирование, материал, установка | 22 | 64 696 051 |
| Неизвестно | 15 | 29 776 245 |
| Загрязнение масла | 4 | 11 836 367 |
| Перегрузка | 5 | 8 568 768 |
| Возгорание/взрыв | 3 | 8 045 771 |
| Сетевые перенапряжения | 4 | 4 959 691 |
| Ошибки при обслуживании | 5 | 3 518 783 |
| Заливание водой | 2 | 2 240 198 |
| Плохие контакты | 6 | 2 186 725 |
| Удар молнии | 3 | 657 935 |
| Увлажнения изоляции | 1 | 175 000 |
| Итого | 94 | 286 628 811 |

Частичные разряды (ЧР) имеют свои особенности:

- не стационарный характер по месту возникновения (плавающий дефект), локальные, распределенные, линейные по амплитуде и частоте сигнала;

- ЧР способствуют быстрому образованию и увеличению горючих газов в масле;

- в определённых условиях ЧР переходят в электрическую дугу с большими повреждениями трансформаторов;

- ЧР вызывают возгорание маслонаполненных вводов и разрушают вводы с RIP – изоляций;

- ЧР представляют большую опасность для изоляции из-за быстрого её разрушения в локальных зонах с последующей пробоем изоляции.

В лабораторных условиях частичные разряды регистрировались от 20 кГц до 90 МГц в зависимости от примесей. Кроме того, было установлено, что частичные разряды могут уничтожить первопричину их возникновения. Поэтому они регистрируются в трансформаторе и в кабеле в разных местах. Так как высоковольтные маслонаполненные вводы горели периодически, то было принято решение перейти на вводы с сухой изоляцией. В России стали выпускать вводы с RIP-изоляцией. Взрывы вводов с RIP-изоляцией и повреждения бака происходят периодически, но без возгорания масла. На рисунке 3 представлено повреждение бака трансформатора электрической дугой.

⁶ Гун И.Г., Салганик В.М., Евдокимов С.А., Сарлибаев А.А. Основные неисправности и методы диагностирования трансформаторов в условиях эксплуатации // Вестник МГТУ им Г.И. Носова, №7, 2012, с. 102-105.



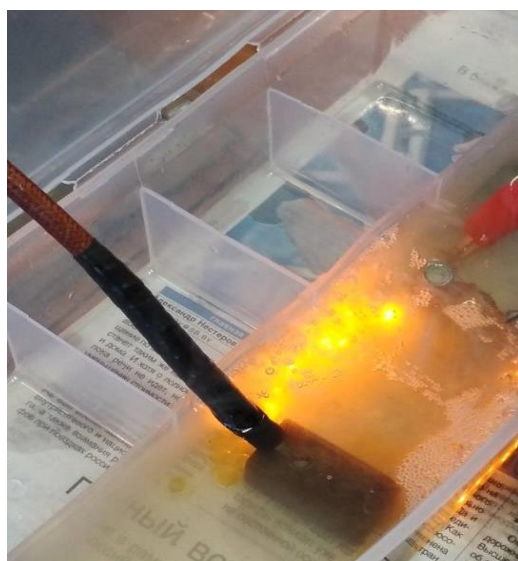
а)



б)

Рисунок 3. Повреждения трансформаторов электрической дугой внутри бака трансформатора: а) — повреждение бака трансформатора под воздействием электрической дуги; б) — обгоревшая магнитная система трансформатора

На одном предприятии было возгорание ввода и масла в баке трансформатора. При этом ввод 220 кВ вырвало из бака. После того как погасили горящее масло, провели осмотр внутри бака трансформатора. Специалисты пришли к мнению, что трансформатор поврежден электрической дугой. Однако электрическая дуга не может образоваться в трансформаторном масле при сопротивлении $5 \cdot 10^{10}$ Ом/м., следовательно, в масле бака трансформатора в какой-то момент происходят процессы, которые способствуют развитию электрической дуги. С использованием российского прибора АИД-70 создана экспериментальная установка по моделированию электрической дуги в трансформаторном масле. В зависимости от количества примесей в масле может возникнуть один или два электропроводящих канала, рисунок 4.



а)



б)

Рисунок 4. Экспериментальная установка по исследованию электрической дуги в трансформаторном масле на основе прибора АИД-70 и варианты формирования электрической дуги – а) по одному электропроводящему каналу; б) по двум электропроводящим каналам.

На основе выполненных лабораторных исследований и анализа электрического разряда в атмосфере было установлено, что эти явления подобны. По-

добие этих явлений заключается в следующем⁷:

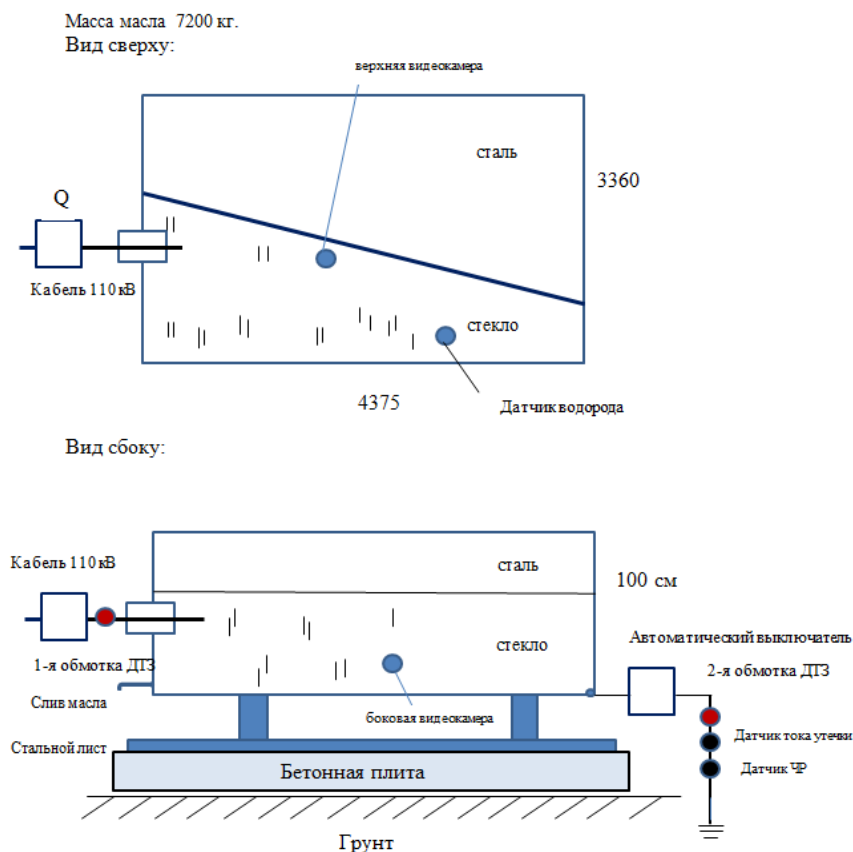
⁷ Физический энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1978. — Т. 4. — 451 с.

1. Наличие заряда определенной величины (облако; высоковольтный ввод),
2. Наличие условий для формирования стримера, как в атмосфере, так и в трансформаторном масле (наличие заряженных микрочастиц),
3. Заземление в баке трансформатора.

На 20 силовых трансформаторах были выполнены измерения частичных разрядов и электрического тока в шинах заземления. Максимальное значение электрического тока 14 А было зафиксировано в шине заземления рельсов, на которых размещался трансформатор.

В трансформаторе с зарегистрированными частичными разрядами 200 пКл были срезаны шины заземления. Физика частичных разрядов изменилась (амплитуда, частота), но они полностью не исчезли, так как трансформатор размещался на рельсах. Кроме того, локальные и распределенные частичные разряды не сильно влияют на величину тока в шинах заземления.

Для определения физической природы электрической дуги и параметров защиты трансформатора от электрической дуги необходимо исследовать на макете трансформатора 110 кВ, рисунок 5.



Моделирование электрической дуги в баке выполняется в два этапа. Первый этап. С помощью примесей моделируется дуга при наличии заземлений. Второй этап. Дуга моделируется при разрыве заземлений: разрываются шины заземления; под стержни подкладывается диэлектрик.

Рисунок 5. Макет трансформатора 110 кВ для исследования электрической дуги

Это сложно и, возможно, дорого. Но стоимость одного трансформатора в среднем 1 млн. дол. США. Одной из задач данного эксперимента является определение влияния заземления трансформатора в развитии электрической дуги в баке трансформатора.

Таким образом, для разработки новой защиты силовых трансформаторов необходимо провести натурные исследования на макете трансформатора для определения физической природы электрической дуги в баке трансформатора.

Исследования по данной тематике проводились в рамках задания 1.2.15 "Разработка методики восстановления технического состояния и прогнозирования отказов маслонаполненных трансформаторов и автотрансформаторов для увеличения срока службы" подпрограммы "Энергетическая безопасность и надежность энергетических систем" ГПНИ "Энергетические системы, процессы и технологии", утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10.06.2015 №483. Получен патент Российской Федерации на способ защиты силового маслонаполненного трансформатора от внутренней электрической дуги⁸.

Основные выводы:

1. Шины заземления трансформаторов являются одним из условий для формирования электрической дуги внутри бака трансформатора.

2. Для прогнозирования возникновения электрической дуги внутри бака трансформатора целесообразно:

- контролировать качество масла в баке каждые 6 месяцев (примеси, влагосодержание, кислотное число);
- постоянно регистрировать в масле содержание водорода;
- изменение тока в шинах заземления;
- изменение интенсивности частичных разрядов на шинах заземления.

Список использованной литературы

1. Бартли У. Обзор повреждений трансформаторов. *Энергия и Менеджмент*. – 2011. – № 1. – С. 40–43.
2. Ванин Б.В., Ловов Ю.Н., Ловов М.Ю. О повреждении силовых трансформаторов напряжением 110-500 кВ в эксплуатации. и др. *«Электростанции»*, 2001 №9 с. 53-58.
3. Грунтович Н.В., Грунтович Н. В. Учебник «Техническая диагностика электрооборудования» - Москва: ИНФРА-М, 2024. 254 с.
4. Грунтович Н.В., Грунтович Н.В. Закономерности образования внутренней электрической дуги в силовых маслонаполненных трансформаторах. *Энергетическая стратегия*. 2022. № 1 (85). С. 21-24.

⁸ Хлебников А. Ю. Основные причины повреждения обмоток силовых трансформаторов при коротких замыканиях// *«Электричество»*, №7. – 2006 г. с. 17-24.

5. Грунтович Н.В., Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В. Способ защиты силового маслонаполненного трансформатора от внутренней электрической дуги. Патент на изобретение RU 2800650 C1, 25.07.2023. Заявка № 2022105491 от 28.02.2022.

6. Гун И.Г., Салганик В.М., Евдокимов С.А., Сарлибаев А.А. Основные неисправности и методы диагностирования трансформаторов в условиях эксплуатации // Вестник МГТУ им Г.И. Носова, №7, 2012, с. 102-105.

7. Физический энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1978. — Т. 4. — 451 с.

8. Хлебников А. Ю. Основные причины повреждения обмоток силовых трансформаторов при коротких замыканиях// «Электричество», №7. – 2006 г. с. 17-24.

References

1. Bartley, W. Overview of transformer failures. *Energy and Management*, 2011, no. 1, pp. 40–43.

2. Gruntovich, N. V. Patterns of internal electric arc formation in oil-filled power transformers. *Energy Strategy*, 2022, no. 1 (85), pp. 21–24.

3. Gruntovich, N. V. *Technical Diagnostics of Electrical Equipment*. Moscow: INFRA-M Publ., 2024, 254 p.

4. Gruntovich, N. V., Kirdishchev, D. V. Method for protecting an oil-filled power transformer from an internal electric arc. Patent RU 2800650 C1, published July 25, 2023. Application No. 2022105491 dated February 28, 2022.

5. Gun, I. G., Salganik, V. M., Evdokimov, S. A., Sarlybaev, A. A. Main faults and methods for diagnosing transformers under operating conditions. *Bulletin of Nosov Magnitogorsk State Technical University*, 2012, no. 7, pp. 102–105.

6. Khlebnikov, A. Yu. Main causes of damage to power transformer windings during short circuits. *Electricity*, 2006, no. 7, pp. 17–24.

7. *Physical Encyclopedic Dictionary*. Moscow: Soviet Encyclopedia Publ., 1978, Vol. 4, 451 p.

8. Vanin, B. V., Lovov, Yu. N., Lovov, M. Yu., et al. Damage to 110–500 kV power transformers in operation. *Power Plants*, 2001, no. 9, pp. 53–58.

ПЕШБИНИИ КАМОНаИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР ДОХИЛИ БАКИ ТРАНСФОРМАТОРИ ҚУВВАГИИ ПУР АЗ РАВҒАН

Грунтович Николай Василевич — доктори илмҳои техники, профессори кафедраи «Энергетикаи гармӣ ва истифодаи самараноки ЗЭГ», ДДТИ «ГАЗ-ИНСТИТУТ», ш. Минск, Ҷумҳурии Беларус, gruntovich@tut.by

Грунтович Надежда Владимировна — доктори илмҳои техники, профессори кафедраи «Таъминоти барқ», Донишгоҳи давлатии техникии Гомел ба номи П.О. Сухой, ш. Гомел, Ҷумҳурии Беларус, gruntovich@tut.by

Чакида. Дар мақола, бар асоси таҳлили корҳои муаллифони гуногун, сабабҳои осебҳои трансформаторҳои қуввагии пур аз равған ба низом дароварда шудаанд. Таваҷҷуҳи махсус ба нуқсонҳои таҷҳизоти барқӣ дода шудааст, ки дар натиҷаи сифати пасти ташиҳиси техники ба вуҷуд меоянд. Масалан, санҷишҳои шиддати баланд дар изолтсияи қувваҳои печҳо ва хатҳои ноқилӣ метавонанд боиси пайдо шудани пуркунии но-пурраи электрикӣ гарданд. Ин гуна нуқсонҳои пинҳонӣ дар раванди санҷишҳо қайд намешавад, аммо дар оянда ҳангоми шиддати номиналии корӣ метавонад ба шикасти фаврии

таҷҳизот оварда расонад. Панҷ хусусияти дараҷаҳои ҷузъӣ муайян карда шудаанд, ки дар шароити муайян метавонанд ба камонаи барқӣ табдил ёфта, ба трансформаторҳо зарар расонанд. Ивази воридкуниҳои пур аз равған ба воридкуниҳо бо изолятсияи RIP боиси баланд шудани бебокӣ ва устувории трансформаторҳо нашуд. Қайд карда шудааст, ки дар энергетикаи Беларус чандин маротиба вайронишавии воридкуниҳо бо изолятсияи RIP рух додааст. Бори аввал фарзияе ифода шудааст, ки сабаби осеби давомёбандаи трансформаторҳои қувваи пур аз равған камонаи барқӣ дар дохили зарфи трансформатор мебошад. Дар қор монандии ҷисмонии разряди барқӣ дар атмосфера ва дар зарфи трансформатори пур аз равған баён карда шудааст. Методикаи таҳқиқи камонаи барқӣ дар зарфи трансформатор пешниҳод гардидааст. Натиҷаҳои ҷенкунии ҷараёнҳои ихроҷи ток дар шинаҳои заминваслаи трансформаторҳои қуввагӣ оварда шудаанд. Зикр шудааст, ки барои пешгӯии камонаи барқӣ дар равғани трансформатор назорати сифати равған, пайгирии тағйирёбии миқдори гидроген дар равған, афзоиши ҷараён дар шинаҳои заминвасла ва зиёдишавии ҷараёнҳои ҷузъӣ дар шинаҳои заминвасла бо истифода аз сенсорҳои махсус мувофиқи мақсад аст.

Калидвожаҳо: трансформатор, равған, дараҷаҳои ҷузъӣ, гармишавии маҳаллӣ, камонаи электрикӣ, сӯхтани воридкуниҳо, кандашавии бак, макети трансформатор, пешбинӣ, шинаҳои заминвасла.

FORECASTING ELECTRICAL ARCS INSIDE THE TANK OF A POWER OIL-FILLED TRANSFORMER

Gruntovich Nikolai Vasilievich — *Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Thermal Power Engineering and Efficient Use of Fuel and Energy Resources, GAZ-INSTITUTE Higher Educational Institution, Minsk, Republic of Belarus, gruntovich@tut.by*

Gruntovich Nadezhda Vladimirovna — *Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Power Supply, P.O. Sukhoi Gomel State Technical University, Gomel, Republic of Belarus, gruntovich@tut.by*

Abstract. *The article, citing the works of various authors, presents the causes of damage to oil-filled power transformers. The article lists the main causes of damage to electrical equipment due to the poor quality of technical diagnostics. For example, high-voltage tests of winding insulation and cable lines can lead to incomplete breakdowns. The article formulates five characteristics of partial discharges, which, under certain conditions, can develop into an electric arc with damage to transformers. Replacing oil-filled bushings with bushings with RIP insulation did not improve the reliability of transformers. The article notes that repeated failures of bushings with RIP insulation occur in the Belarusian power industry. For the first time, a hypothesis is put forward that the cause of ongoing damage to oil-filled power transformers is an electric arc inside the transformer tank. The article formulates the physical similarity between an electric discharge in the atmosphere and in the tank of an oil-filled transformer. A methodology for studying an electric arc in a transformer tank is proposed. The results of leakage current measurements in the grounding buses of power transformers are presented. It is noted that to predict electric arcing in transformer oil, it is advisable to monitor the oil quality, changes in the hydrogen content of the oil, increases in grounding bus current, and increases in partial discharges in the grounding buses using specialized sensors.*

Keywords: *transformer, oil, partial discharges, local overheating, electric arc, ignition of bushings, tank rupture, transformer model, prediction, grounding busbars.*

МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАГРЕВА ОБМОТОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ПУСКОВЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Ходжиев Анвар Абдуллаевич – кандидат технических наук, и.о. доцента, кафедра электроснабжения и автоматики, Политехнический институт Технического университета Таджикистана имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, hojiev.anvar@bk.ru

Дадабаев Шахбоз Толибджонович – кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра электроснабжения и автоматики, Политехнический институт Технического университета Таджикистана имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, shahbozdadoboev@mail.ru

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию нагрева обмоток электродвигателей крупных насосных агрегатов методом компьютерного моделирования. В статье особое внимание уделяется исследованию пускового режима электродвигателей, характеризующегося сложными переходными процессами. В качестве объекта исследования выбран синхронный двигатель серии ВДС2-325 мощностью 8 МВт, который служит электроприводом для насосной установки. Для компьютерного моделирования часто требуются алгоритмы или математические уравнения и выражения, описывающие различные закономерности. Кроме этого, для моделирования технических объектов часто необходимо рассчитать технические параметры, которые можно определить только расчетным путем. С учетом указанных особенностей, в статье предложена методика компьютерного моделирования нагрева обмоток электродвигателей насосных агрегатов при пусковых режимах работы. Моделирование проводится в относительных единицах с учетом различных видов запуска электродвигателей: прямой и плавный пуски. Плавный пуск электродвигателя насосной установки обеспечивается применением устройства плавного пуска, а прямой пуск подразумевает непосредственное подключение питания к двигателю. Прямые запуски мощных электродвигателей приводят к таким негативным последствиям, как нагрев в обмотках, вибрация в механических частях оборудования, а также провалы напряжения в энергосистеме насосной станции.

Ключевые слова: синхронный двигатель, насосный агрегат, нагрев обмоток, пусковой режим, компьютерное моделирование, плавный пуск.

Одним из основных факторов, влияющих на технический ресурс электродвигателей (ЭД), является нагрев ее обмоток. Во время запуска насосных агрегатов (НА), кроме механических центробежных сил, возникают термодинамические силы, обусловленные нагревом обмоток ЭД¹. В связи с этим возник-

ает необходимость в определении температуры обмоток ЭД при пусковых режимах. При высокой температуре резко ухудшаются механические свойства латуни и меди, из которых выполнены пусковые обмотки.

Пусковой ток и падение напряжения при пуске² синхронного двигателя

¹ Дадобоев Ш.Т. Таdqиқоти равандоху гузарандаи системаи энергетикаи модоми корандозии мунтазами агрегатҳои обкаши калониқтидор / Ш. Т. Дадобоев, М. Е. Комилова // Вестник ПИТТУ имени

академика М.С. Осими. – 2024. – No. 2(31). – P. 45-53. – EDN DKHLOW.

² Нейман З.Б. Крупные вертикальные электродвигатели переменного тока. М.: "Энергия", – 1974. - 376 с.

(СД) можно определить методом последовательных приближений. Без учета переходных процессов при работе дви-

гателя, суммарное индуктивное сопротивление двигателя можно принять равным, в о.е.

$$X_{\Sigma\delta\theta} = \frac{1}{I_r}, \quad (1)$$

где I_r – суммарный реактивный ток работающих двигателей.

ляется в системе относительных единиц (о.е).

Пусковой ток синхронного двигателя в работе рассматривается и опреде-

$$I_{II} = \frac{1}{x_d'' + x_p + \frac{x_c X_{\Sigma\delta\theta}}{x_c + X_{\Sigma\delta\theta}}}, \quad (2)$$

где x_d'' – сверхпереходное индуктивное сопротивление двигателя.

Напряжение на двигателе в о. е.

$$U = \frac{x_d''}{x_d'' + x_p + \frac{x_c X_{\Sigma\delta\theta}}{x_c + X_{\Sigma\delta\theta}}}, \quad (3)$$

Понижение напряжения в сети необходимо учесть для подсинхронной скорости и момента трогания. При этом

индуктивное сопротивление запускаемого двигателя будет равно в о.е.:

$$x_{0,05} = \frac{1}{I_s}, \quad (4)$$

где I_s – пусковой ток СД при скольжении 5 %.

Величина этого сопротивления мало влияет⁴ на пусковой момент двигателя, и его значение выбирается таким образом,

Пуск высоковольтных СД для насосов станции первого подъема обычно производится при отключенном возбудителе, когда обмотка ротора замкнута на разрядное сопротивление³.

техн. наук / Калинин Алексей Германович. – Чебоксары. – 2011. – 137 с.

⁴ Дадабаев, Ш.Т. Технико-экономическое обоснование применения системы плавного пуска для высоковольтных электродвигателей насосных агрегатов / Ш. Т. Дадабаев, Е. И. Грачева // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24, № 1. – С. 141-150. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-1-141-150. – EDN ABQKWK.

³ Калинин, А.Г. Исследование и разработка энергоэффективных режимов электроприводов в системах электроснабжения: специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы": дисс. ... канд.

чтобы на обмотке возбуждения СД не было высоких значений напряжений, особенно при тиристорном возбуждении. По известным правилам, значение разрядного сопротивления берется в 6-10 раз больше сопротивления обмотки возбуждения, а также рассчитывается для протекания пускового тока в течение пускового режима. При предельной температуре 300 °С, в течение 10 с допускается нагрузка 6-8-кратным током, а в течение 5 с - током,

превышающим в 10 раз значение номинального тока.

Ток в обмотке ротора при пуске СД при скольжении $s = 1$ может быть определен по параметрам схемы замещения (рисунок 1) при условии, что потери в обмотке ротора равны действительным потерям.

Ток возбуждения СД в соответствии со схемой замещения

$$I_f = I_{II} \sqrt{\frac{R_f \cdot P \cdot 10^3}{R_2}}, \quad (5)$$

где P – мощность СД, кВт;

I_{II} – пусковой ток в о. е.;

R_2, R_f – активные сопротивления ротора и обмотки возбуждения, Ом.

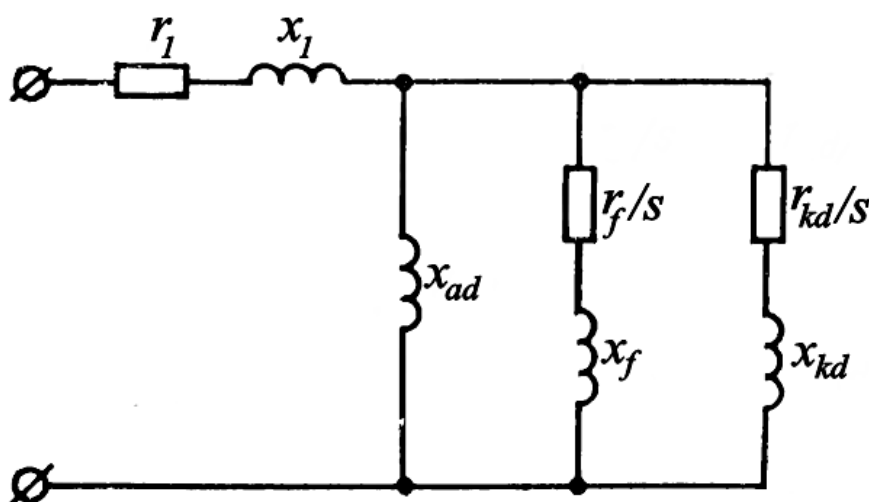


Рисунок 1. Эквивалентная схема СД для расчета пуска.

Токи в стержнях демпферной обмотки СД определяются из условия равенства токовых нагрузок на полюс статорной и роторной обмоток⁵.

Средний ток в стержне демпферной обмотки СД определяется⁶

⁵ Дадобоев Ш.Т. Равандҳои гузарии дар системаи энергетикӣ станцияи обёрӣ ҳангоми пайвасти намудани бевоситаи агрегатҳои калониқтидор / Ш.Т. Дадобоев, А.Ҷ. Воҳидов // Вестник ПИТТУ имени

академика М.С. Осимӣ. – 2024. – No. 1(30). – P. 38-45. – EDN UAWOUP.

⁶ Шепелин В. Ф. Пусковые режимы синхронных двигателей с тяжелыми условиями пуска / В. Ф. Шепелин, Н. В. Донской, Б. С. Федоров // Электротехника. – 2006. – №2. – С. 34-40.

$$I_{cm} = \frac{A \cdot \tau \cdot I_{II} / I_H}{n_{cm}}, \quad (6)$$

где n_{cm} – число стержней на полюс.

Средний ток в сегментах за время пуска можно рассчитать

$$I_{cm} = \frac{I_{cm}}{2 \sin \pi / 2n_{cm}} \approx \frac{I_{cm} n_{cm}}{\pi}, \quad (7)$$

В действительности токи в стержнях распределяются неравномерно: в крайних стержнях их значения примерно на 50 % выше, что приводит к дополнительному нагреву указанных стержней. В связи с этим в мощных синхронных двигателях для уменьшения токов в крайних стержнях последние размещают в пазах с различной проводимостью.

Момент инерции нагрузочного агрегата относительно невелик и в основ-

ном определяется моментом инерции двигателя. Время пуска нагрузочного агрегата, как правило, не должно превышать 10–15 с, и в течение данного интервала времени процесс нагрева обмотки статора можно считать адиабатическим, то есть происходящим без теплоотдачи во внешнюю среду. Превышение температуры обмотки статора можно определить

$$\Delta \theta = \frac{j_1^2 t}{160}, \quad (8)$$

где j_1 – плотность тока в обмотке статора при пуске, А/мм²;

t – время пуска, с.
Продолжительность пуска

$$t = \frac{J \cdot 10^3}{9,55 M_n} \sum_0^{n_n} \frac{\Delta n}{M_{\text{дв}} - M_c}, \quad (9)$$

где J – момент инерции двигателя, кг·м²;

M_n – номинальный момент двигателя, Н·м;

$M_{\text{дв}}$ – фактический момент двигателя, Н·м;

M_c – момент сопротивления на валу двигателя, Н·м.

Параметры двигателя при пуске после остановки или длительной работы определяются в основном нагревом обмотки статора, т.к. температура обмотки

не успевает заметно снизиться⁷. Если обмотка статора в номинальном режиме имеет некоторый тепловой запас по температуре, то допустимый дополнительный нагрев при пуске может составлять 25–30 °С.

Если пренебречь потерями в статоре, то можно принять, что вся потребляемая из сети электроэнергия передается

⁷ Донской Н.В. Регулируемые электроприводы переменного тока. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, – 2007. – 204с. EDN: QMJPUH.

ся в ротор. Энергия расходуется на потери в роторе и на ускорение вращающихся масс. При запуске под нагрузкой электроэнергия, выделенная в виде потерь в роторе, больше кинетической энергии и обратно пропорциональна избыточному моменту.

$$\Delta\mathcal{Q} = \frac{1,4Jn^2}{10^5(1-\alpha)G_{кл}}, \quad (10)$$

где $\alpha = M_c / M_{об}$;

$G_{кл}$ – масса клетки, кг.

Формула (10) определяет среднее превышение температуры демпферной обмотки. Для определения механической прочности обмотки важно знать температуру стержней и сегментов СД. Рас-

Выразив угловую скорость ω через частоту вращения n , об/мин, получим превышение температуры

пределение температуры при адиабатическом нагреве пропорционально потерям (сопротивлениям).

Превышение температуры стержней можно определить

$$\Delta\mathcal{Q}_{ст} = \frac{1,4Jn^2}{10^5(1-\alpha)G_{кл}} \cdot \frac{r_{ст}}{r_{обм}}, \quad (11)$$

где $r_{ст}$ – активное сопротивление стержней СД, Ом;

$r_{об}$ – активное сопротивление обмоток СД, Ом.

Сопротивление стержней значительно больше сопротивления колец, поэтому нагрев стержней обычно в 2-3 раза выше нагрева колец⁸. Нагрев пусковой обмотки двигателя НА при пуске обычно в среднем составляет 120-200 °С, при этом предельно допустимый средний нагрев - 300 °С.

Для моделирования нагрева СД⁹

выражение количества теплоты Q преобразуем в уравнение

$$W = \int R_1 \cdot i^2 dt. \quad (12)$$

Общий вид модели для исследования нагрева СД серии ВДС2-325 при пусковых режимах показан на рисунке 2. Модель разработана в системе MATLAB/Simulink, используя структурный вид моделирования¹⁰.

⁸ Дадабаев Ш. Т. Коркарди чорабиниҳо барои баланд бардоштани захираи техникии таҷҳизоти барқӣ дар пойгоҳҳои обкашии калониқтидор / Ш. Т. Дадабаев // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2023. – No. 2(27). – P. 47-58. – EDN ELQSQL.

⁹ Дадабаев Ш.Т. Компьютерное моделирование нагрева синхронных электроприводов насосных агрегатов при различных способах пуска / Ш.Т. Дадабаев // Перспективные

информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции, Самара, 14–16 марта 2017 года. – Самара: Самарский научный центр РАН, – 2017. – С. 76-80. – EDN YOWNQF.

¹⁰ Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystem и Simulink / И. В. Черных. – Москва: ДМК Пресс, – 2008. – 288 с.

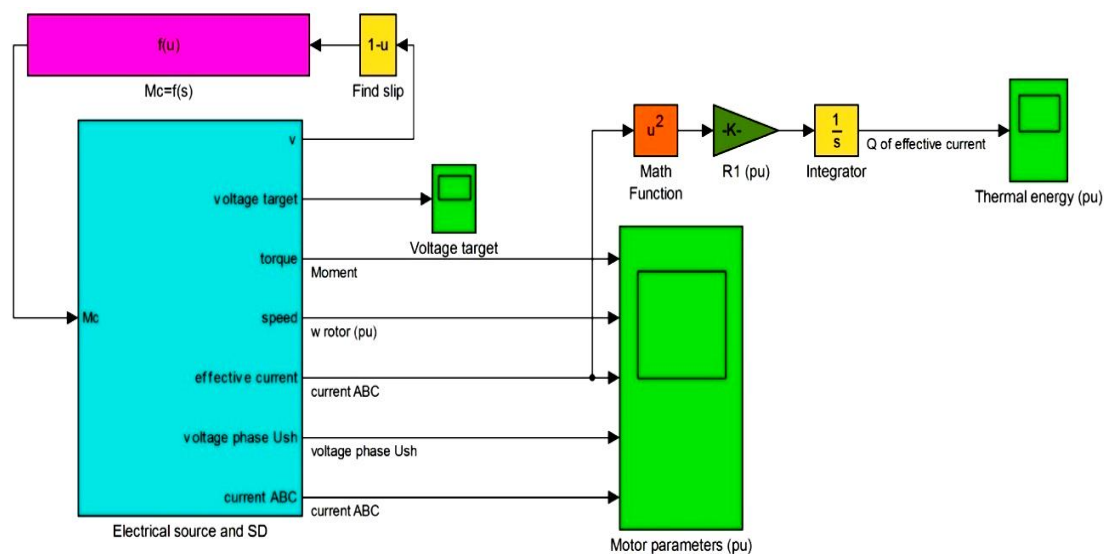


Рисунок 2. Модель анализа нагрева ЭД

Разработанная модель по предложенной методике дает возможность исследовать ряд параметров СД и электропривода насосной установки, как ток, напряжение, скорость, электромаг-

нитный момент, выделения тепловой энергии в обмотках СД при прямых и плавных пусках. Результаты моделирования показаны на рисунке 3.

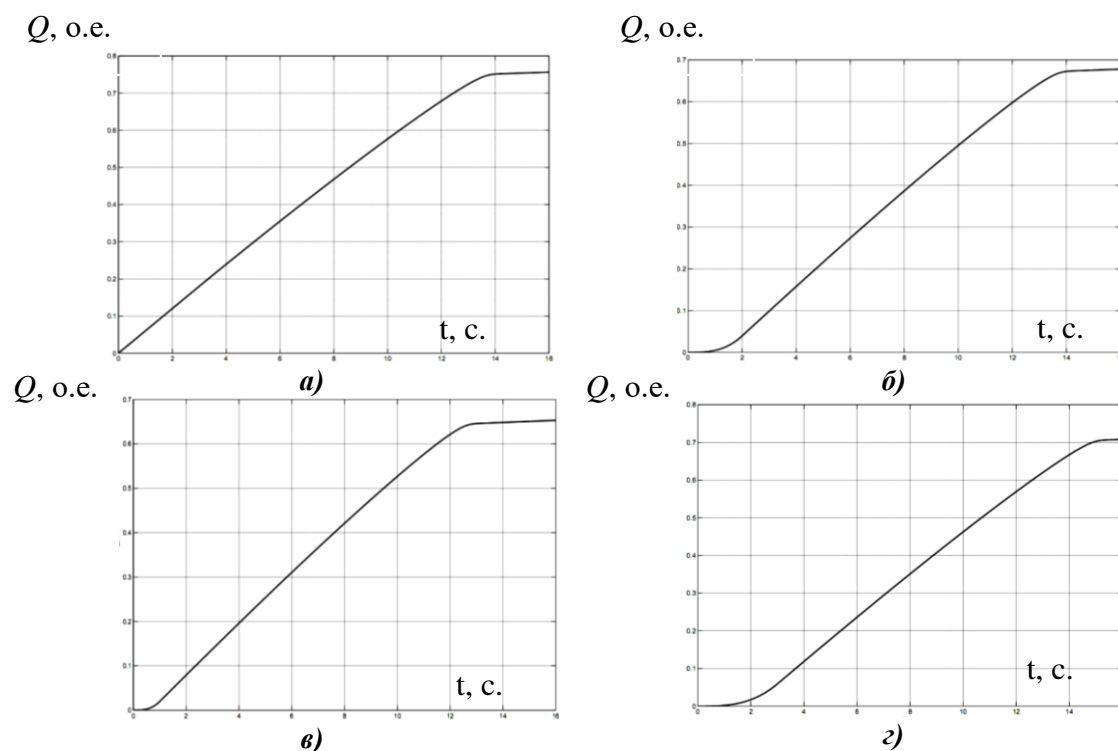


Рисунок 3. Графики выделения тепловой энергии в ЭД серии ВДС2-325:

- а) прямой пуск СД; б) плавный пуск СД, при нарастании $U_{1н}$ от 0 до $U_{ном}$ за 1 с; в) плавный пуск, нарастании $U_{1н}$ от 0 до $U_{ном}$ за 2 с; г) плавный пуск, при нарастании $U_{1н}$ от 0 до $U_{ном}$ за 3 с.*

С использованием разработанной модели были проведены исследования выделения тепловой энергии в синхронном двигателе при различных вариантах плавного пуска, включая режимы нарастания напряжения обмоток в интервале от 1 до 3 с. Плавный пуск выполняется с помощью устройства плавного пуска (УПП). В качестве значения сигнала тока принято действующее значение тока “effective current”. Полученные при моделировании графики тепловой энергии в функции времени (рисунок 3) показывают:

а) при прямом пуске количество теплоты имеет наибольшее значение (0,76 о.е.);

б) при плавном пуске при увеличении напряжения статора от 0 до $U_{ном}$ за 1 секунду количество теплоты минимальное (0,66 о.е.);

в) в плавных пусках при увеличении напряжения статора от 0 до $U_{ном}$ за 2 и 3 секунды количество теплоты увеличивается (0,69 и 0,71 о.е.), что объясняется увеличением времени пуска при плавном пуске.

Выводы

1. Разработана модель исследования и анализа нагрева обмоток ЭД при различных пусковых режимах работы.

2. В ходе исследования нагрева обмоток ЭД при пусковых режимах работы выявлено, что наибольший нагрев наблюдается при прямом пуске двигателя.

3. Результаты моделирования нагрева обмоток СД при плавном пуске с помощью УПП показали, что количество теплоты, выделяемой двигателем, меньше на 7-15%, чем при прямом пуске.

Список использованной литературы

1. Дадабаев, Ш.Т. Компьютерное моделирование нагрева синхронных электроприводов насосных агрегатов при различных способах пуска / Ш.Т. Дадабаев // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции, Самара, 14–16 марта 2017 года. – Самара: Самарский научный центр РАН. – 2017. – С. 76-80. – EDN YOWNQF.

2. Дадабаев, Ш.Т. Техничко-экономическое обоснование применения системы плавного пуска для высоковольтных электродвигателей насосных агрегатов / Ш. Т. Дадабаев, Е. И. Грачева // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24, № 1. – С. 141-150. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-1-141-150. – EDN AVQKWK.

3. Дадобоев, Ш. Т. Коркарди чорабиниҳо барои баланд бардоштани захираи техникии таҷҳизоти барқӣ дар пойгоҳҳои обкашии калониқтидор / Ш. Т. Дадобоев // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2023. – No. 2(27). – P. 47-58. – EDN ELQSQL.

4. Дадобоев, Ш. Т. Тадқиқоти равандҳои гузарандаи системаи энергетика

модом корандози мунтазами агрегатҳои обкаши калониқтидор / Ш. Т. Дадобоев, М. Е. Комилова // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2024. – No. 2(31). – P. 45-53. – EDN DKHLOW.

5. Дадобоев, Ш.Т. Равандҳои гузариши дар системаи энергетикӣ станцияи обёрӣ ҳангоми пайвасти намудани бевоситаи агрегатҳои калониқтидор / Ш.Т. Дадобоев, А.Ҷ. Воҳидов // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2024. – No. 1(30). – P. 38-45. – EDN UAWOUP.

6. Донской Н.В. Регулируемые электроприводы переменного тока. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, – 2007. – 204с. EDN: QMJPUH.

7. Калинин, А.Г. Исследование и разработка энергоэффективных режимов электроприводов в системах электроснабжения: специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Калинин Алексей Германович. – Чебоксары. – 2011. – 137 с.

8. Нейман З.Б. Крупные вертикальные электродвигатели переменного тока. М.: "Энергия". – 1974. – 376 с.

9. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystem и Simulink / И. В. Черных. – Москва : ДМК Пресс. – 2008. – 288 с.

10. Шепелин, В. Ф. Пусковые режимы синхронных двигателей с тяжелыми условиями пуска / В. Ф. Шепелин, Н. В. Донской, Б. С. Федоров // Электротехника. – 2006. – №2. – С. 34-40.

References

1. Chernykh, I. V. (2008). *Modeling of electrical engineering devices in MATLAB SimPowerSystem and Simulink*. Moscow: DMK Press, 288 p.

2. Dadabaev, Sh. T. (2017). Computer simulation of heating of synchronous electric drives of pumping units under various starting methods. In: *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Advanced Information Technologies (PIT 2017)"*, Samara, March 14–16, 2017. Samara: Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, pp. 76–80. EDN YOWNQF.

3. Dadabaev, Sh. T., & Gracheva, E. I. (2022). Techno-economic justification of applying soft-start systems for high-voltage electric motors of pumping units. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Energy Sector Problems*, Vol. 24, No. 1, pp. 141–150. DOI: 10.30724/1998-9903-2022-24-1-141-150. EDN ABQKWK.

4. Dadoboev, Sh. T. (2023). Development of measures to increase the technical service life of electrical equipment at high-capacity pumping stations. *Bulletin of PITTU named after Academician M. S. Osimi*, No. 2(27), pp. 47–58. EDN ELQSQL.

5. Dadoboev, Sh. T., & Komilova, M. E. (2024). Study of transient processes in the power system under regular commissioning of high-capacity pumping units. *Bulletin of PITTU named after Academician M. S. Osimi*, No. 2(31), pp. 45–53. EDN DKHLOW.

6. Dadoboev, Sh. T., & Vokhidov, A. J. (2024). Transient processes in the power system of an irrigation pumping station during direct connection of high-capacity units. *Bulletin of PITTU named after Academician M. S. Osimi*, No. 1(30), pp. 38–45. EDN UAWOUP.

7. Donskoy, N. V. (2007). *Adjustable AC electric drives*. Cheboksary: Publishing House of Chuvash State University, 204 p. EDN QMJPUH.

8. Kalinin, A. G. (2011). *Research and development of energy-efficient operating modes of electric drives in power supply systems*. PhD dissertation (specialty 05.09.03 "Electrotechnical complexes and systems"). Cheboksary, 137 p.

9. Neiman, Z. B. (1974). *Large vertical AC electric motors*. Moscow: Energiya, 376 p.
10. Shepelin, V. F., Donskoy, N. V., & Fedorov, B. S. (2006). *Starting modes of synchronous motors under heavy starting conditions*. *Elektrotehnika*, No. 2, pp. 34–40.

МЕТОДИКАИ АМСИЛАСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ ГАРМШАВИИ СИМПЕЧҶОИ МУҲАРРИҚҶОИ ЭЛЕКТРИКИИ АГРЕГАТҶОИ ОБКАШ ҲАНГОМИ РЕҶАҶОИ КОРАНДОЗӢ

Ҳочиев Анвар Абдуллаевич – номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсент, кафедраи таъминоти барқ ва автоматика, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон,
hojiev.anvar@bk.ru

Дадобоев Шаҳбоз Толибҷонович – номзади илмҳои техникӣ, омӯзгори калон, кафедраи таъминоти барқ ва автоматика, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон,
shahbozadoboev@mail.ru

Чакида. Кори илмӣи мазкур ба таҳқиқи гармиашии симпечҷои муҳарриқи электрии агрегати обкаши калон бо усули моделиронии компютерӣ бахшида шудааст. Дар мақола диққати махсусро ба реҷаи корандозии муҳарриқҷои электрии дода шудааст, ки он бо равандҳои гузарандаи мураккаб ҷараён мегирад. Ба сифати объекти тадқиқот муҳарриқи синхронӣ навъи ВДС2-325 бо иқтидори 8 МВт интихоб шудааст, ки он ҳамчун ҳаракатовари электрии барои дастгоҳи обкаш хизмат мекунад. Барои моделиронии компютерӣ одатан алгоритмҳо ё муодилаҳои математикӣ ва ифодаҳо барои ҳар гуна шарҳи қонуният зарур мешавад. Фаӣр аз ин, барои моделиронии объектҳои техникӣ бузургҳои техникӣ заруранд, ки онҳоро танҳо бо роҳи ҳисобӣ муайян кардан мумкин аст. Бо назардошти ҳамаи хусусиятҳои номбаршуда, дар мақола методикаи моделиронии компютерӣи гармиашии симпечҷои муҳарриқи электрии агрегатҳои обкаш ҳангоми реҷаҳои корандозӣ, пешниҳод шудааст. Моделиронӣ бо бузургҳои нисбӣ бо назардошти намудҳои гуногуни корандозии муҳарриқҷои электрии, ба монанди корандозии мустақим ва мунтазам иҷро шудааст. Корандозии мунтазामी муҳарриқи электрии дастгоҳи обкаш бо истифодаи таҷҳизоти корандозии мунтазам таъмин карда мешавад. Вале корандозии мустақим бошад, бо васли бевоситаи шиддат ба муҳаррик иҷро мешавад. Корандозии мустақими муҳарриқҷои электрии пуриқтидор ба натиҷаҳои манфӣ оварда мерасонад, ба монанди гармиашии аз ҳад зиёди симпечҷо, вибратсия дар қисмҳои механикӣ ва фурӯравиши шиддат дар низоми энергетикӣи пойгоҳи обкашӣ.

Калидвожаҳо: муҳарриқи синхронӣ, агрегати обкаш, гармиашии симпечҷо, реҷаи корандозӣ, амсиласозии компютерӣ, корандозии мунтазам.

COMPUTER MODELING METHOD OF HEATING THE WINDINGS OF ELECTRIC MOTORS OF PUMPING UNITS DURING STARTING OPERATING MODES

Hojiev Anvar Abdullaevich – candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, Department of Power Supply and Automation, Khujand Polytechnic Institute Tajik Technical University named academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan,
hojiev.anvar@bk.ru

Dadoboev Shakhboz Tolibjonovich – candidate of Technical Sciences, Senior lecture,
Department of Power Supply and Automation, Khujand Polytechnic Institute Tajik Technical
University named academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan,
shahbozdadoboev@mail.ru

Abstract. *This work is devoted to the study of the heating of electric motor windings in large pump units using computer modeling. The article focuses on the starting mode of electric motors, which involves complex transient processes. The object of study is a synchronous motor of the VDS2-325 series with a power of 8 MW, which serves as the electric drive for a pumping unit. Computer modeling often requires algorithms or mathematical equations and expressions describing various patterns. In addition, modeling technical objects often requires technical parameters that can only be determined by calculation. Taking into account all of these features, this article proposes a method for computer modeling of the heating of pumping unit electric motor windings during starting modes. Modeling is performed in relative units, taking into account various types of electric motor starting, such as direct and soft starts. A soft start of a pumping unit electric motor is achieved using a soft starter, while direct starting involves directly connecting power to the motor. Direct starting of powerful electric motors leads to negative consequences, such as unacceptable heating in the windings, vibrations in the mechanical parts of the equipment, and voltage drops in the power system of the pumping station.*

Keywords: *synchronous motor, pump unit, winding heating, starting mode, computer modeling, soft start.*

УДК: 338.1(575.3)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

Авезов Азизулло Хабибович – доктор экономических наук, профессор кафедры, кафедра инженерной экономики и менеджмента, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, azizullo@businessconsulting.tj

Бакаев Мирзохамид Хабибович – кандидат технических наук, доцент, кафедра управления финансами, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, bakaevmh@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется природа высоких темпов экономического роста Таджикистана в 2020–2025 годах с опорой на статистику международных организаций и национальных ведомств. Методологическая рамка исследования базируется на модели Р. Солоу, теориях эндогенного роста П. Ромера, Р. Лукаса и концепции структурной трансформации Х.Ченери. Тестируется гипотеза, что вопреки предсказаниям теорий эндогенного роста, рост физического капитала в сырьевых секторах экономики Таджикистана не приводит к росту совокупной факторной производительности. Проведен количественный анализ отраслевых сдвигов с использованием коэффициента структурных изменений и индекса Герфиндаля. Сделан вывод о необходимости углубления структурных реформ для обеспечения долгосрочной устойчивости. Выявлена незавершённость структурной трансформации: при формально высокой доле сельского хозяйства в занятости его вклад в ВВП невысок, а промышленность не создает достаточного числа рабочих мест. Рассмотрены факторы экономического роста: инвестиции в энергетику, денежные переводы мигрантов, бюджетная и денежно-кредитная политика. Сделан вывод о необходимости дальнейшего развития структурных реформ. Представлены рекомендации по повышению конкурентоспособности страны для обеспечения долгосрочной устойчивости развития экономики и роста благосостояния населения.

Ключевые слова: теория эндогенного роста, факторы роста, структурная трансформация, структурные диспропорции, модели роста, уровень занятости.

Введение. В последние несколько лет экономика Таджикистана растёт темпами, которые опережают рост даже в странах Центральной Азии. ВВП в 2024 года вырос на 8,4%, а за три квар-

тала 2025-го – ещё 8,2%¹. Международные организации, от МВФ до ЕБРР, подтверждают дальнейшие прогнозы в рай-

¹ IMF (2025), *World Economic Outlook, October 2025, Statistical Appendix, Table A1*, pp. 150–160.

оне 7,5%². С другой стороны, высокий рост ВВП не обуславливает пропорциональный рост занятости в стране. При росте промышленности на 24% в 2024 году, её доля в экономике снижается³. Денежные переводы трудовых мигрантов достигли рекордного уровня, однако отрицательно сальдо торгового баланса увеличивается. Три четверти экспорта – это сырьё и металлы, а значит, экономика остается уязвимой перед ценами на мировых рынках.

Гипотеза нашего исследования предполагает, что вопреки предсказаниям теорий эндогенного роста (П. Ромер, Р. Лукас), рост физического капитала в сырьевых секторах экономики Таджикистана не приводит к росту совокупной факторной производительности. Денежные переводы мигрантов, будучи огромным по объему ресурсом, работают больше на текущее социальное потребление, а не на создание новых производств и инноваций. В итоге структурные сдвиги идут по траектории, когда доля промышленности в ВВП растет медленно, а избыточная рабочая сила не высвобождается из сельского хозяйства. Это, по нашему мнению, может тормозить рост производительности труда во всей экономике.

Цель данной статьи — проанализировать факторы текущего экономического роста, оценить устойчивость его динамики и обосновать, почему классические теории (от Р. Солоу до Х. Ченери) в современных условиях выявляют больше структурных проблем, чем достижений. Понимание этих механизмов является ключевым для разработки стра-

тегии долгосрочного развития национальной экономики.

1. Теоретические аспекты анализа экономического роста. Анализ экономики через призму неоклассической модели. Р. Солоу⁴ выявляет важную роль инвестиций в экономическом росте Таджикистана. Инвестиции в гидроэнергетику и добывающий сектор действительно дают отдачу, но вклад технологического прогресса, той самой совокупной факторной производительности (А), остаётся незначительным. Если бы инновации играли значительную роль, доля высокотехнологичного экспорта была бы более значимой.

Неоклассическая модель Р. Солоу рассматривает экономический рост как функцию накопления капитала, трудовых ресурсов и технологического прогресса⁵. В рамках производственной функции Кобба-Дугласа выпуск описывается уравнением:

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha} \quad (1)$$

где Y – валовой внутренний продукт; K – физический капитал; L – труд; A – совокупная факторная производительность (СФП); α – эластичность выпуска по капиталу.

Применительно к экономике Таджикистана модель Р. Солоу позволяет интерпретировать экономическую динамику преимущественно через экстенсивные факторы: наращивание физического капитала в гидроэнергетике и добывающем секторе, а также вовлечение низкоквалифицированной рабочей силы. Вклад технологической компоненты А (совокупной факторной производительности) остается стагнационным, что подтверждается низкой долей инновационной и высокотехнологичной продук-

² *European Bank for Reconstruction and Development. Regional Economic Prospects, 2025. Regional Overview, pp. 10–25.*

³ *Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Социально-экономическое положение Республики Таджикистан (январь-сентябрь 2025 г.). – Душанбе, 2025. с. 3–7.*

⁴ *Solow, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. – 1956. – Vol. 70, No. 1. – P. 65–94.*

⁵ *Там же - с. 65–94.*

ции в структуре экспорта. В социально-экономической системе республики сформировалась деструктивная циклическая зависимость: интенсивная трудовая миграция приводит к «вымыванию» наиболее адаптивного человеческого капитала, замедляя его накопление внутри страны. При этом трансферты мигрантов не трансформируются в инвестиции в основной капитал или новые технологии. Денежные потоки аккумулируются в сфере непроизводственного потребления: жилищном строительстве и финансировании традиционных институциональных мероприятий, что консервирует технологическую отсталость.

Теории эндогенного роста (П. Ромер, Р. Лукас) акцентируют внимание на внутренних источниках развития — технологических инновациях и человеческом капитале^{6,7}. В модели П. Ромера⁸ знание рассматривается как фактор производства с возрастающей отдачей:

$$Y = A(K) \cdot K \quad (2)$$

где $A(K)$ – технологический уровень, эндогенно зависящий от накопленного капитала.

В спецификации Р. Лукаса выпуск определяется как:

$$Y = K^\alpha (uH L)^{1-\alpha} \quad (3)$$

где u – доля времени, направляемого на производство; H – человеческий капитал.

Для условий экономики Таджикистана эти модели имеют особое значение

в контексте массовой трудовой миграции, которая выводит за пределы страны наиболее активную часть населения, снижая потенциал накопления человеческого капитала. Денежные переводы, стимулируя потребительский спрос, редко трансформируются в инвестиции в инновации.

Однако, на наш взгляд, ключевой для понимания структурных проблем экономики Таджикистана является теория структурной трансформации Х. Ченери⁹. Данная концепция возникла как реакция на ограниченность неоклассических моделей, игнорирующих качественные изменения внутреннего строения экономики. Х. Ченери предложил рассматривать развитие как процесс взаимосвязанных структурных изменений, необходимых для перехода от преимущественно аграрного к преимущественно индустриальной экономике.

В отличие от неоклассических моделей, оперирующих агрегированными показателями ВВП, методология Х. Ченери базируется на анализе межсекторального перераспределения ресурсов (труда и капитала). Автор рассматривает экономическое развитие не как линейное количественное приращение макроэкономических индикаторов, а как сложный процесс структурной трансформации. Согласно данному подходу, необходимым условием перехода от традиционного аграрного общества к современной индустриальной экономике является качественное изменение системы взаимосвязей между секторами и оптимизация пропорций воспроизводства.

Методологически подход Х. Ченери основывается на анализе "нормальных моделей" развития, выявленных эмпирическим путем на основе межстрановых сравнений. Используя регрессионный анализ по выборке из 150 развитых

⁶ Lucas, R. E. *On the Mechanics of Economic Development* // *Journal of Monetary Economics*. – 1988. – Vol. 22, No. 1. – P. 3–42.

⁷ Chenery, H. B., Syrquin, M. *Patterns of Development, 1950–1970*. – Oxford University Press, 1975. Chapter 2–3, pp. 20–45.

⁸ Romer, P. M. *Endogenous Technological Change* // *Journal of Political Economy*. – 1990. – Vol. 98, No. 5. – P. S71–S102.

и развивающихся стран, Х. Ченери и М. Сыркуин установили устойчивые закономерности трансформации экономической структуры по мере роста дохода на душу населения. Ключевая идея заключается в том, что по мере экономического развития происходит последовательное перераспределение ресурсов — прежде всего труда и капитала — между

$$X_i = \alpha + \beta_1 \cdot \ln Y + \beta_2 \cdot (\ln Y)^2 + \gamma_1 \cdot \ln N + \gamma_2 \cdot (\ln N)^2 + \delta \cdot T \quad (4)$$

где X_i — зависимая переменная, отражающая i -й структурный показатель (например, доля сельского хозяйства в ВВП, доля промышленности в занятости, доля сбережений в ВВП, норма инвестиций и т.д.).

Y — доход на душу населения (обычно ВВП на душу), что позволяет улавливать нелинейные эффекты развития.

$\ln Y$ и $(\ln Y)^2$ — натуральный логарифм дохода на душу и его квадрат, которые позволяют моделировать нелинейный (S-образный) характер структурных изменений по мере роста благосостояния.

N — численность населения страны (как прокси-переменная для учета размера внутреннего рынка).

$\ln N$ и $(\ln N)^2$ — натуральный логарифм численности населения и его квадрат.

T — временной тренд (год), учитывающий технологический прогресс и другие факторы, изменяющиеся во времени.

Показатели α , β_1 , β_2 , γ_1 , γ_2 , δ — это оцениваемые параметры регрессии.

Согласно модели Х. Ченери, на ранних стадиях развития обычно доминирует первичный сектор, в котором занята большая часть рабочей силы и создается основная доля ВВП. По мере развития индустриализации начинается переток ресурсов во вторичный сектор,

тремя секторами: первичным - сельское и лесное хозяйство, добывающая промышленность; вторичным - обрабатывающая промышленность, строительство; и третичным - услуги, торговля, транспорт.

где производительность труда значительно выше, и это становится основным фактором экономического роста. На зрелых стадиях развития ведущую роль приобретает сектор услуг, который обеспечивает занятость и формирует основную часть добавленной стоимости. Этот процесс получил в экономической литературе название "структурной трансформации".

В случае Таджикистана наблюдается резкое расхождение: занятость в сельском хозяйстве осталась на уровне 60%, что характерно для развивающихся аграрных стран, а доля сектора в ВВП снизилась до 24% (как у страны среднего дохода). Выходит, что сельское хозяйство «консервирует» избыточную рабочую силу, где люди трудятся, но производят мало. Промышленность же, несмотря на рост на 24%, не вбирает эту рабочую силу — потому что развитие идёт не за счёт трудоёмких обрабатывающих производств, а за счёт капиталоемких проектов (Рогунская ГЭС, добыча ископаемых). Возникает то, что в литературе называют «преждевременной деиндустриализацией». Это ситуация, когда снижение доли промышленности происходит до того, как структура экономики достигла уровня, при котором услуги могут обеспечить технологический прорыв для долгосрочного роста.

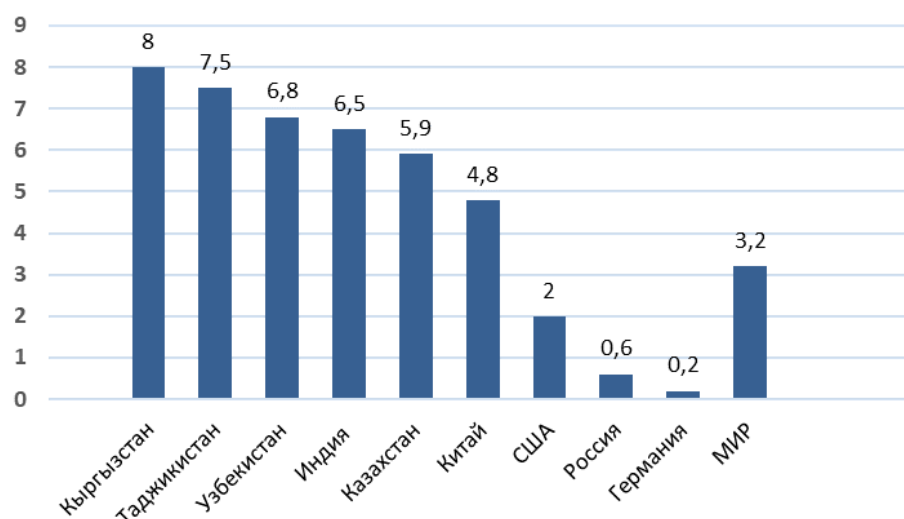


Рисунок 1. Прогноз МВФ по экономическому росту в 2025 году, рост ВВП в %
Источник: составлено на основе данных World Economic Outlook, МВФ, октябрь 2025

2. Обзор текущей макроэкономической ситуации. Глобальный экономический фон в мире в 2024–2025 годах был не самым благоприятным – развитие экономики снижали темпы роста, цены на сырьё колебались, росла инфляция. На этом фоне макроэкономические показатели экономики Таджикистана выглядели неплохо. МВФ прогнозировал стране рост 7,5%, Всемирный банк – 7,6%, ЕБРР – 7,5%^{10, 11}. По итогам девяти месяцев 2025-го рост и вовсе составил 8,2%¹² (в денежном выражении 117,8 млрд. сомони), а правительство рассчитывает на 8,5% в 2026 году. Сравнение с соседями – Казахстан (5,9%), Узбекистан (6,8%), Кыргызстан (8,0%) – показывает, что в Таджикистане ситуации неплохая.

¹⁰ IMF (2025), *World Economic Outlook, October 2025, Statistical Appendix, Table A1, pp. 150–160.*

¹¹ *European Bank for Reconstruction and Development. Regional Economic Prospects, 2025. Regional Overview, pp. 10–25.*

¹² *Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Социально-экономическое положение Республики Таджикистан (январь-сентябрь 2025 г.). – Душанбе, 2025. с. 3–7.*

Но если анализировать глубже, становится заметно, что главным двигателем являются инвестиции, они выросли на 21,7%. Промышленность выросла на 24%, но здесь надо выделить факторы роста. Добывающий сектор и строительство (в первую очередь Рогунская ГЭС) – вот два основных драйвера роста. Обрабатывающие производства развиваются гораздо в меньшей степени. Экспорт по-прежнему узок: хлопок, алюминий, золото и электроэнергия. Импорт же растёт быстро – население предъявляет спрос на широкий круг товаров: от стройматериалов до бытовой техники.

На рисунке 1 представлен прогноз МВФ по экономическому росту в 2025 году, рост ВВП в %.

Данный рисунок представляет сравнительную гистограмму темпов роста ВВП ряда стран и регионов мира по прогнозам МВФ на 2025 год. Он позволяет сравнить и сопоставить экономическую динамику Таджикистана в глобальном контексте. Результаты анализа рисунка 1 позволяют сделать следующие выводы: 1) Таджикистан с прогнозируемыми 7,5% занимает 2-е место среди стран Центральной Азии, уступая лишь

Кыргызстану (8,0%); 2) страны ЕС и США имеют темпы роста на уровне 1-2%, что характерно для постиндустриальных экономик. Эффект догоняющего развития (конвергенции) носит объективный характер: при ВВП на душу в 1,6 тыс. долл. (у Кыргызстана - 2,8, у Узбекистана - 4,1, у Казахстана - 14,8, РФ - 17, США - 89 тыс. долл.) Таджикистан обязан расти быстрее, чтобы сокращать отставание. Причем не просто расти, а ещё реформировать структуру экономики. Это соответствует предсказаниям модели Р. Солоу об условной конвергенции; 3) подтверждается тезис о смещении центра экономической активности в сторону Азии. Китай (4,5%) и Индия (6,5%) сохраняют высокие показатели, выступая локомотивами для всего региона. Рост в Юго-Восточной Азии (около

5%) также превышает среднемировой уровень.

Если взглянуть на прогнозы МВФ по росту в 2025 году (Таджикистан – 7,5%, Кыргызстан – 8,0%, Узбекистан – 6,8%, Казахстан – 5,9%), видно, что регион в целом растёт выше среднемирового уровня (3,2%). Но природа этого роста разная. Узбекистан реформирует промышленность, Казахстан пытается диверсифицироваться, а Кыргызстан и Таджикистан в большей степени используют разовые инвестиционные проекты и доходы от трудовой миграции.

3. Количественный анализ структурных сдвигов. Для количественной оценки структурных изменений мы используем коэффициент структурных сдвигов (Ксс), рассчитываемый по формуле:

$$K_{cc} = 0,5 \cdot \sum |d_{i1} - d_{i0}| \quad (5)$$

где Ксс – коэффициент структурных сдвигов; d_{i1} – доля i -й отрасли в текущем периоде; d_{i0} – доля i -й отрасли в базовом периоде.

На основе данных за 2020–2025 гг. наши расчеты показывают значение Ксс $\approx 0,08$. Это значение показателя означает, что структура экономики меняется крайне медленно. Для развивающихся стран в фазе активной индустриализации этот коэффициент обычно превышает 0,15–0,20.

Другим важным индикатором является индекс концентрации Герфиндаля, который рассчитывается как сумма квадратов долей отраслей:

$$H = \sum d_i^2 \quad (6)$$

где H – индекс концентрации Герфиндаля; d_i^2 – квадрат доли i -й отрасли в ВВП.

Экономический смысл индекса концентрации Герфиндаля заключается в том, что чем ближе индекс к 1, тем более моноконцентрированной является экономика. Расчет показателей Таджикистана на основе данных 2025 года дает значение $H = 0,1746$. Это указывает на умеренную диверсификацию. Однако она достигается не за счет развитой промышленности, а за счет сохранения значительной доли сельского хозяйства и сферы услуг.

В таблице 1 представлена отраслевая структура ВВП Таджикистана и расчет показателей концентрации на основе данных за 2015 - 2025 гг.

Таблица 1 – Отраслевая структура ВВП Таджикистана и расчет показателей концентрации за 2015 - 2025 гг., %

| | 2015 | 2020 | 2025* |
|-------------------|------|------|-------|
| ВВП, млрд. сомони | 48,4 | 84,0 | 117,8 |
| Промышленность | 13 | 23 | 21 |

| | 2015 | 2020 | 2025* |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| Сельское хозяйство | 22 | 23 | 24 |
| Строительство | 11 | 11 | 10 |
| Торговля | 15 | 13 | 14 |
| Транспорт и связь | 12 | 6 | 6 |
| Услуги | 14 | 16 | 19 |
| Прочее | 13 | 9 | 6 |
| Итого, в % | 100 | 101 | 100 |
| Индекс Герфиндаля, доля | 0,1508 | 0,1721 | 0,1746 |

Источник: Рассчитано авторами по данным официального сайта Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан. <https://www.stat.tj/en/>¹³

*Показатели за 2025 г. рассчитаны на основе предварительной структуры и объема ВВП за 9 месяцев 2025 г.¹⁴

Анализ таблицы 1 показывает, что три крупнейших сектора: промышленность, сельское хозяйство и услуги занимают 64% экономики, но их доли относительно сбалансированы, т.е. разрыв между ними составляет всего 3–5 процентных пунктов. Это означает, что структура экономики не является моно-секторной, когда один сектор занимает 40–50% ВВП, а распределение добавленной стоимости между тремя ведущими секторами достаточно равномерно.

Несмотря на устойчивую положительную динамику промышленного производства, его вклад в структуру ВВП не демонстрирует сопоставимой доли. Если принять 2020 год за базовый и использовать данные в текущих ценах, номинальный объем промышленной добавленной стоимости в 2025 г. увеличился с 19,32 млрд. (84 X 23/100 = 19,32) до 24,738 млрд. сомони (117,8 X 21/100 = 24,738), что соответствует росту на 28%. За тот же период сельское хозяйство выросло с 19,320 млрд. до 28,272 млрд. сомони (на 46,3%), а совокупный номинальный ВВП — с 84 млрд. до 117,8 млрд. сомони (на 40,2%). Таким образом,

темпы расширения промышленности оказались ниже средних по экономике. Это обусловило снижение его удельного веса в структуре ВВП — с 23% в 2020 г. до 21% в 2025 г. Иными словами, рост выпуска сам по себе не означает усиления структурных позиций отрасли. В 2025 году промышленность выросла. Однако более быстрый рост в сельском хозяйстве и сфере услуг, привел к относительному сокращению ее доли. Т.е. текущая динамика не сопровождается формированием должного индустриального преобладания в экономике.

Индекс Герфиндаля в 2025 году, рассчитанный по долям семи укрупнённых секторов, равен 0,1746. С одной стороны, это указывает на умеренную диверсификацию (в соседнем Узбекистане доминируют нескольких отраслей). Но, с другой стороны, такая «диверсификация» достигается не за счёт развитой промышленности, а за счёт того, что сельское хозяйство, торговля и услуги занимают примерно равные доли в экономике.

¹³ Официальный сайт Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Таблицы ВВП по отраслям <https://www.stat.tj/en/>.

¹⁴ Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Социально-экономическое положение Республики Таджикистан (январь-сентябрь 2025 г.). – Душанбе, 2025. с. 3–7.

На рисунке 2 представлена отраслевая структура ВВП Республики Таджикистан в % за 9 месяцев 2025 г.



Рисунок 2. Отраслевая структура ВВП Республики Таджикистан, в %
Источник: составлено по данным Агентства по статистике при Президенте РТ¹⁵

Рисунок 2 отражает специфику отраслевой структуры экономики Таджикистана, характеризующуюся сохранением аграрно-индустриального профиля при доминирующей роли секторов торговли и услуг. Проведем дескриптивный анализ каждой из представленных компонентов.

Сельское хозяйство – 24% ВВП. Формально это много, но фактически в секторе занято 60% рабочей силы, а ее выпуск составляет только четверть добавленной стоимости. Значит, производительность труда в аграрном секторе примерно в 2,5 раза ниже средней по экономике. Основные причины - малые масштабы дехканско-фермерских хозяйств, нехватка техники, неэффективная ирригация, сложности доступа к финансовым ресурсам. Земля дробится, современные агротехнологии используются недостаточно, урожаи зависят от по-

годных условий. Сектор выполняет скорее социальную функцию: помогает населению покрывать свои расходы, но как фактор роста не работает.

Промышленность – 21% ВВП. Показатель неплохой, но во внутренней структуре доминируют добыча сырья и энергетика. Обрабатывающие производства – особенно машиностроение, химическая промышленность – развиты недостаточно. Даже пищевая переработка не поспевает за спросом. А ведь именно обрабатывающая промышленность создаёт мультипликативный эффект и тянет за собой занятость. Добыча же – это несколько тысяч рабочих мест, пусть и высокооплачиваемых, но для страны с миллионами трудоспособных этого недостаточно.

Торговля и услуги – в сумме 33%. Здесь наблюдается высокая динамика развития. Рост зарплат (плюс 17,2%

¹⁵ Национальный банк Таджикистана. Доклад о денежно-кредитной политике. – Душанбе, 2025. с. 5–12.

в реальном выражении за первое полугодие 2025-го) и приток денег из России ускоряют потребительский спрос. Торговля (14%) и прочие услуги (19%) быстро растут, но это во многом импортозависимая сфера. Здесь наблюдается замкнутый круг: чем больше растёт торговля, тем больше импортируется продукции и тем больше отрицательное сальдо торгового баланса.

Строительство – 10% ВВП. Во многом обусловлено строительством Рогунской ГЭС. Строительство предьявляет спрос на цемент, металлы, транспорт и др. Но проекты такого масштаба не вечны, и когда они завершатся, показатели сектора могут ухудшиться.

4. Анализ ключевых факторов роста и рисков для устойчивости развития. Проведем анализ факторов и рисков, влияющих на развитие экономики.

Денежные переводы. В 2024 году они выросли на 45% и достигли почти 48% ВВП¹⁶. В ее основе очевидный факт – экономика России, где работают большинство мигрантов, переживает дефицит рабочих рук и способна платить рабочим гораздо больше. За первое полугодие 2025-го импорт товаров и услуг составил 3,9 млрд долл., экспорт –0,92 млрд. Отрицательное сальдо в 2,96 млрд долл. (44,5% ВВП) перекрыли переводы, и даже удалось выйти в плюс по счёту текущих операций – 1,2 млрд долл. (18,5% ВВП)¹⁷. Однако эти потоки не интегрированы в механизм модернизации отраслевой структуры экономики¹⁸.

¹⁶ Международная организация по миграции. Анализ денежных переводов в Таджикистане. – Душанбе, 2025. С. 8–15.

¹⁷ Официальный сайт Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Таблицы ВВП по отраслям <https://www.stat.tj/en/>.

¹⁸ Авезов А.Х., Расулова Х.А. Механизм модернизации отраслевой структуры экономики региона в контексте устойчивого раз-

Бюджетная политика. Доходы госбюджета за три квартала 2025-го выросли на 27,2% (до 37,3 млрд сомони), расходы – на 22,9% (33,8 млрд). Профицит – 3,5 млрд сомони (около 3% ВВП). Госдолг снизился с 50% ВВП в 2020-м до 24,9% к концу 2024 года¹⁹. Показатели хорошие, однако достигаются они во многом за счёт внешних поступлений, а не за счёт расширения налогооблагаемой базы. Инфляция замедлилась до 2,8%, Нацбанк РТ снизил ставку до 7,75%²⁰, сомони укрепился – это помогло дедолларизации, хотя крепкий сомони в будущем может обусловить риск экспортёрам.

Риски. Первый и самый очевидный – низкая эластичность занятости. Всемирный банк приводит цифру 0,2: на каждый процент роста ВВП занятость увеличивается на 0,2%²¹. То есть рост идёт, а новых рабочих мест не создается. Рабочие места создаются либо в госсекторе, либо в капиталоемких отраслях, которые не требуют много рук. Трудоёмкие сектора (частные услуги, переработка) отстают. Второй риск – односторонность миграции. 90% переводов из России и, если там случится кризис или ужесточение миграционной политики, экономика Таджикистана отреагирует на это мгновенно. Третий риск – сырьевой уклон экономики. Доля обрабатывающей промышленности в ВВП падает, объем торговли растёт – это не

вития // Ars Administrandi (Искусство управления). – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 488–507.

¹⁹ Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Социально-экономическое положение Республики Таджикистан (январь-сентябрь 2025 г.). – Душанбе, 2025. с. 3–7.

²⁰ Национальный банк Таджикистана. Доклад о денежно-кредитной политике. – Душанбе, 2025. с. 5–12.

²¹ Всемирный банк. Доклад о состоянии рынка труда в Центральной Азии. – Вашингтон, 2025.

всегда эффективно, потому что торговля без собственного производства делает страну зависимой от внешних поставок. На наш взгляд, предупреждение перечисленных рисков обеспечит развитие экономики Таджикистана в парадигме современных концепций устойчивого развития²².

Выводы и рекомендации. Проведенный анализ показывает, что природа экономического роста Таджикистана в 2024–2025 гг. смешанная. С одной стороны, он поддерживается значительными инвестициями в инфраструктуру (модель Р. Солоу) и притоком внешних ресурсов (денежные переводы). С другой стороны, вклад факторов эндогенного роста (человеческий капитал, инновации) остается минимальным. Количественный анализ структурных сдвигов (коэффициент $K_{сс} = 0,08$) и индекс Герфиндаля ($H = 0,1746$) подтверждают необходимость дальнейшей структурной трансформации. Высокие темпы роста во многом обусловлены эффектом внешней конъюнктурой и низкой базы. Для долгосрочной устойчивости и переходу к росту целесообразно изменение модели развития. На наш взгляд, текущая модель роста, основанная на внешних трансфертах и капиталоемких инвестициях в сырьевом секторе, может исчерпать свой потенциал. Это обуславливает необходимость перехода к структурным преобразованиям. Для обеспечения долгосрочной устойчивости и перехода к эффективному росту требуется реализация комплекса мер, направленных на устранение выявленных дисбалансов.

Представляется, что прежде всего необходимо углубление структурных реформ с акцентом на обрабатывающую промышленность и производительное сельское хозяйство. Это предполагает

создание системы обрабатывающих производств путем внедрения промышленной кооперации, связывающих добывающие предприятия с местными переработчиками, а также внедрение механизмов для трансфера новых технологий и инноваций. В аграрном секторе, где при занятости 60% рабочей силы формируется лишь 24% ВВП, очень важно обеспечить доступ фермерских хозяйств к финансовым ресурсам, инвестировать в ирригационные системы и технологии водосбережения, а также создавать условия для развития сельскохозяйственной кооперации, позволяющей совместно выходить на крупные рынки сбыта.

Вторым ключевым направлением нам представляются инвестиции в человеческий капитал и, особенно, в профессиональное образование. Это обусловлено тем, что наблюдаются крайне низкая эластичность занятости по ВВП (0,2%) и вынужденная трудовая миграция. Нужна реформа системы профессионально-технического образования с переориентацией учебных программ на специальности, востребованные в растущих направлениях экономики. Важно создание программ переквалификации взрослых. Особенно это нужно для возвращающихся мигрантов. Необходима разработка мер по их реинтеграции и также другие меры, поскольку уровень развития человеческого капитала в Таджикистане является важнейшим фактором устойчивого роста экономики²³.

Третье направление несомненно связано с диверсификацией внешнеэкономических связей для снижения критической зависимости от одного рынка труда и узкой товарной структуры экспорта. Это требует активизации торгово-экономических отношений с Китаем, Турцией, странами Персидского залива,

²² Аvezов А.Х. *Современные концепции устойчивого развития региона и методические подходы к оценке ее уровня* // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2020. – № 1 (14). – С. 104–120.

²³ Аvezов А.Х., Акрамова З.Б. *Уровень развития человеческого капитала как фактор устойчивого роста экономики региона* // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2019. – № 1 (10). – С. 62–70.

углубления региональной интеграции в Центральной Азии, а также проработки соглашений о временной трудовой деятельности с новыми странами. Одновременно необходима государственная поддержка выхода на внешние рынки производителей готовой продукции и переработанного сельхозсырья через сертификацию по международным стандартам.

Завершающим, четвертым приоритетом выступает дальнейшее упрощение административных процедур через сокращение проверок, внедрение принципа «одного окна» и цифровизацию взаимодействия государства. Стратегический

подход к региональному развитию и повышению конкурентоспособности требует создания целостной системы управления изменениями. Нам представляется, что реализация предложенного комплекса мер позволит снизить уязвимость к внешним шокам и создать основу для устойчивого роста благосостояния населения.

Список использованной литературы

1. Авезов А.Х. Современные концепции устойчивого развития региона и методические подходы к оценке ее уровня // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2020. – № 1 (14). – С. 104–120.
2. Авезов А.Х., Акрамова З.Б. Уровень развития человеческого капитала как фактор устойчивого роста экономики региона // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2019. – № 1 (10). – С. 62–70.
3. Авезов А.Х., Расулова Х.А. Механизм модернизации отраслевой структуры экономики региона в контексте устойчивого развития // *Ars Administrandi (Искусство управления)*. – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 488–507.
4. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Социально-экономическое положение Республики Таджикистан (январь-сентябрь 2025 г.). – Душанбе, 2025. с. 3–7.
5. Азиатский банк развития. Обзор экономики Таджикистана. – Манила, 2025.
6. Всемирный банк. Доклад о состоянии рынка труда в Центральной Азии. – Вашингтон, 2025.
7. Евразийский банк развития. Макроэкономический прогноз по странам ЕАЭС и Центральной Азии. – Москва, 2025. с. 25–40.
8. Международная организация по миграции. Анализ денежных переводов в Таджикистане. – Душанбе, 2025. С. 8–15.
9. Национальный банк Таджикистана. Доклад о денежно-кредитной политике. – Душанбе, 2025. с. 5–12.
10. Официальный сайт Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Таблицы ВВП по отраслям <https://www.stat.tj/en/>.
11. Chenery, H. B., Syrquin, M. *Patterns of Development, 1950–1970*. – Oxford University Press, 1975. Chapter 2–3, p. 20–45.
12. *European Bank for Reconstruction and Development. Regional Economic Prospects, 2025. Regional Overview, p. 10–25.*
13. IMF (2025), *World Economic Outlook, October 2025, Statistical Appendix, Table A1, pp. 150–160.*

14. Lucas, R. E. *On the Mechanics of Economic Development* // *Journal of Monetary Economics*. – 1988. – Vol. 22, No. 1. – P. 3–42.

15. Romer, P. M. *Endogenous Technological Change* // *Journal of Political Economy*. – 1990. – Vol. 98, No. 5. – P. S71–S102.

16. Solow, R. M. *A Contribution to the Theory of Economic Growth* // *The Quarterly Journal of Economics*. – 1956. – Vol. 70, No. 1. – P. 65–94.

References

1. Avezov A.Kh. *Modern Concepts of Sustainable Development in the Region and Methodological Approaches to Assessing Its Level* // *Bulletin of PITTU named after Academician M.S. Osimi*. – 2020. – No. 1 (14). – p. 104–120.

2. Avezov A.Kh., Akramova Z.B. *The level of human capital development as a factor in sustainable growth of the regional economy* // *Bulletin of PITTU named after academician M.S. Osimi*. – 2019. – No. 1 (10). – P. 62–70.

3. Avezov A.Kh., Rasulova H.A. *Mechanism for Modernizing the Sectoral Structure of the Regional Economy in the Context of Sustainable Development* // *Ars Administrandi (The Art of Management)*. – 2019. – Vol. 11, No. 3. – p. 488–507.

4. Agency on Statistics under the President of the Republic of Tajikistan. *Socio-Economic Situation of the Republic of Tajikistan (January–September 2025)*. Dushanbe, 2025. p. 3–7.

5. Asian Development Bank. *Tajikistan Economic Review*. Manila, 2025.

6. World Bank. *Central Asia Labor Market Report*. Washington, DC, 2025.

7. Eurasian Development Bank. *Macroeconomic forecast for the countries of the EAEU and Central Asia*. – Moscow, 2025. p. 25–40.

8. International Organization for Migration. *Analysis of Remittances in Tajikistan*. Dushanbe, 2025. p. 8–15.

9. National Bank of Tajikistan. *Monetary Policy Report*. – Dushanbe, 2025. p. 5–12.

10. Official website of the Statistical Agency under the President of the Republic of Tajikistan. *GDP tables by industry* <https://www.stat.tj/en/>.

11. Chenery, H. B., Syrquin, M. *Patterns of Development, 1950–1970*. – Oxford University Press, 1975. Chapter 2–3, p. 20–45.

12. European Bank for Reconstruction and Development. *Regional Economic Prospects, 2025. Regional Overview*, p. 10–25.

13. IMF (2025), *World Economic Outlook, October 2025, Statistical Appendix, Table A1*, p. 150–160.

14. Lucas, R. E. *On the Mechanics of Economic Development* // *Journal of Monetary Economics*. – 1988. – Vol. 22, No. 1. – P. 3–42.

15. Romer, P. M. “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, 1990, Vol. 98, No. 5. – P. S71–S102.

16. Solow, R. M. “A Contribution to the Theory of Economic Growth,” *The Quarterly Journal of Economics*, 1956, Vol. 70, No. 1, pp. 65–94.

MODERN TRENDS AND FACTORS OF ECONOMIC GROWTH OF TAJIKISTAN

Avezov Azizullo Khabibovich – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department, Department of Engineering Economics and Management, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Republic of Tajikistan,

azizullo@businessconsulting.tj

Bakaev Mirzokhamid Khabibovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Department of Financial Management, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical
University named after academician M.S. Osimi, Republic of Tajikistan,
bakaevmh@mail.ru

Abstract. This article analyzes the nature of Tajikistan's high economic growth rates in 2020–2025, drawing on statistics from international organizations and national agencies. The methodological framework of the study is based on R. Solow's model, the endogenous growth theories of P. Romer and R. Lucas, and H. Chenery's concept of structural transformation. The study tests the hypothesis that, contrary to the predictions of endogenous growth theories, the growth of physical capital in the raw materials sectors of Tajikistan's economy does not lead to an increase in total factor productivity. A quantitative analysis of sectoral shifts was conducted using the structural change coefficient and the Herfindahl index. The conclusion was reached that structural reforms must be deepened to ensure long-term sustainability. It has been found that structural transformation remains incomplete: while agriculture accounts for a high proportion of employment, its contribution to GDP is low, and industry does not create enough jobs. The study examines factors driving economic growth, including investment in the energy sector, remittances from migrants, and fiscal and monetary policy. It concludes that further structural reforms are necessary. Recommendations are presented on how to enhance the country's competitiveness in order to ensure the long-term sustainability of economic development and the growth of public welfare.

Keywords: theory of endogenous growth, growth factors, structural transformation, structural imbalances, growth models, employment rate

ТАМОЮЛҲОИ МУОСИР ВА ОМИЛҲОИ РУШДИ ИҚТИСОДИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Авезов Азизулло Ҳабибович – доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор, кафедраи
иқтисоди муҳандисӣ ва менеҷмент, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии
Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хуҷанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон,
azizullo@businessconsulting.tj

Бакаев Мирзохамид Ҳабибович – номзади илмҳои техники, дотсент, кафедраи идораи
молия, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик
М.С. Осимӣ, ш. Хуҷанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, bakaevmh@mail.ru

Чакда. Дар мақола табиати суръати баланди рушди иқтисодии Тоҷикистон дар солҳои 2020–2025 дар асоси маълумоти оморӣ созмонҳои байналмилалӣ ва идораҳои миллӣ таҳлил карда мешавад. Заминаи методологии таҳқиқот ба модели Р. Солоу, назарияҳои рушди эндогенӣ П. Ромер ва Р. Лукас, инчунин ба консепсияи табдили сохтори Х. Ченери таъкид мекунад. Фарзияе санҷида мешавад, ки бар хилофи пешгӯиҳои назарияҳои рушди эндогенӣ, афзоиши сармояи ҷисмонӣ дар бахшҳои ашёи хоми иқтисоди Тоҷикистон ба афзоиши ҳосилнокии умумии омилҳо намеорад. Таҳлили миқдории тағйироти соҳавӣ бо истифода аз коэффисиенти тағйироти сохторӣ ва индекси Ҳерфиндал гузаронида шудааст. Хулоса бароварда шудааст, ки барои таъмини устувории дарозмуддат амиқсозии ислоҳоти сохторӣ зарур мебошад. Нопуррагии табдили сохторӣ муайян карда шудааст: дар ҳоле ки ҳиссаи кишоварзӣ дар шугъл расман баланд аст, саҳми он дар ММД коҳиш меёбад ва саноат шумораи кофӣ ҷойҳои кориро фароҳам намеорад. Омилҳои рушди иқтисодӣ баррасӣ шудаанд: сармоягузорӣ ба энергетика, интиқолҳои пулии

муҳоҷирон, сиёсати буҷетӣ ва сиёсати пулӣ-кредитӣ. Ба зарурати идомаи ислоҳоти сохторӣ, диверсификатсияи иқтисод ва баланд бардоштани рақобатпазирии он барои таъмини рушди устувори дарозмуддат ва баланд бардоштани некӯаҳволии аҳоли хулоса бароварда шудааст.

***Калидвожаҳо:** назарияи рушди эндогенӣ, омилҳои рушд, табдили сохторӣ, ному-таносибии сохторӣ, моделҳои рушд, сатҳи шугъл.*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ ТАДЖИКИСТАНА

Хомидова Машхура Исмаджоновна – кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра электроснабжения, Горно – металлургический институт Таджикистана, г. Бустон, Республика Таджикистан, <https://orcid.org/0000-0002-9553-1669>; SPIN-код (РИИЦ): 4459-8028, homidova_1004@mail.ru

Разыков Зафар Абдукахорович – доктор технических наук, профессор, кафедра экологии, Горно – металлургический институт Таджикистана, г. Бустон, Республика Таджикистан, zafarrazikov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние электроэнергетической системы Согдийской области Республики Таджикистан в условиях реализации стратегической цели обеспечения энергетической независимости страны. Проанализированы структура генерации электроэнергии, динамика производства и потребления за 2020–2025 гг., особенности распределения гидроэнергетических ресурсов, а также роль Кайраккумской ГЭС в обеспечении региональной энергетической устойчивости. Особое внимание уделено проблемам сезонного дефицита электроэнергии, состояния сетевой инфраструктуры и низкого качества электроснабжения, а также больших объемов технических и коммерческих потерь в распределительных сетях, неравномерности нагрузки и зависимости региона от межрегиональных потоков электроэнергии. Среди экономических последствий, связанных с потерями электроэнергии, рассматриваются простаивание оборудования, порча продуктов из-за остановки холодильников, перебои в работе насосных станций для орошения, так как до 80% энергопотребления насосов страны приходится на Согдийскую область. Показано, что энергетическая система страны и региона носит ярко выраженный гидроэнергетический характер и обладает значительным потенциалом устойчивого развития. На основе проведенного анализа обоснованы приоритетные направления развития электроэнергетической системы Согдийской области, включая модернизацию сетевой инфраструктуры, цифровизацию управления, внедрение энергоэффективных технологий и развитие местных возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: электроэнергетика, энергетическая независимость, Согдийская область, гидроэнергетические ресурсы, потери электроэнергии, Кайраккумская ГЭС, энергоэффективность, региональное развитие.

Электроэнергетика выступает одним из основных элементов экономики и играет ключевую роль в обеспечении эффективной работы хозяйственной системы страны. По словам Основоположника мира и национального единства, Лидера нации, Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона, «сегодня и завтра экономическое и социальное развитие Таджикистана находится в прямой зависимости от электроэнергии, и помимо этого, энергетика считается

важнейшей основой укрепления экономического потенциала государства и важнейшим условием решения социальных проблем населения и нашей страны»¹.

Для обеспечения устойчивого экономического развития Правительством

¹ Выступление на встрече с руководителями и деятелями города Нурека, 13.08.2013, г. Нурек. <http://www.president.tj/node/4865> (дата обращения 23.01.2025).

республики в качестве одной из стратегических целей выбрана энергетическая независимость, так как стремительная индустриализация и повышение уровня жизни населения невозможны без эффективной работы электроэнергетической инфраструктуры. По этой причине в национальной стратегии развития Республики Таджикистан до 2030 года динамичное развитие внутренней и внешней инфраструктуры (электросети и подстанции) считается одним из основных направлений. В результате мер, реализованных Правительством страны в этом аспекте, за последние три года доля промышленности в общем объеме внутреннего продукта значительно увеличилась².

Вместе с тем, как показала практика, за последние три десятилетия несмотря на значительные ресурсы возобновляемых источников энергии и благоприятные условия для развития электроэнергетики, часть городов и сельских районов республики, в том числе и в Согдийской области, испытывают дефицит электрической энергии в зимний период. За последние пять лет потери электроэнергии составили порядка 15% от общего объема или 0,8 млрд. кВт·ч., и, как следствие, значителен объем недополученного валового регионального продукта. В общем по стране потери электроэнергии в 2025 году составили 3,992 млрд кВт·ч, или 15% от отпуска; при этом основной объем потерь (15,6%) приходится на распределительные сети, в том числе сети Согдийской области Республики Таджикистан³. Пример: снижение потерь на 1% от текущего по-

требления. Тогда даёт экономию почти 10 млн кВт·ч в год, что эквивалентно годовому потреблению нескольких малых районов.

Изучение механизма функционирования электроэнергетической системы в контексте устойчивого развития Согдийской области Таджикистана показало, что она выступает базисом функционирования и развития экономики, влияя на итоги работы всех потребителей энергии: промышленности, сельского хозяйства, бытового обслуживания населения. С другой стороны, сама электроэнергетическая система находится в прямой зависимости от уровня развития экономического потенциала региона. Таким образом, чем больше электроэнергетических ресурсов эффективно потребляется в регионе, тем шире масштабы ее деятельности, тем больше производится добавочного продукта и растет валовой региональный продукт. Поэтому вопросы анализа и оценки факторов, влияющих на эффективность функционирования электроэнергетической системы региона в условиях необходимости сокращения затрат энергоресурсов во всех сферах хозяйственной деятельности, являются актуальными.

Целью данной статьи является комплексный анализ современного состояния энергосистемы Согдийской области Республики Таджикистан, выявление ключевых проблем и обоснование приоритетных направлений её дальнейшего развития. Задачи исследования включают: анализ структуры генерации электроэнергии, оценку состояния энергетики, изучение динамики производства и потребления электроэнергии, а также определение перспектив развития отрасли.

Электроэнергетическая система Республики Таджикистан функционирует как единая система и по географическому положению связана с четырьмя регионами страны: Согдий-

² Энергетическая стратегия Республики Таджикистан на период до 2030 года. – Душанбе, 2021.

³ Минэнерго Таджикистана назвало крупнейших должников за электроэнергию. <https://www.asiaplustj.info/news/tajikistan/economic/20260130/minenergo-tadzhikistana-nazvalo-krupneishih-dolzchnikov-za-elektroene>.

ской областью (Север), Хатлонской областью (Юг), городом Душанбе и районами республиканского подчинения. Крупные промышленные мощности сосредоточены в северной части Таджикистана, кроме того, сельское хозяйство в северной части страны больше зависит от электроснабжения, чем в центральной и юго-западной частях, так как более 60% земель на севере орошаются насосными станциями.

В Согдийской области электроэнергетическая система является важной частью экономики и обеспечивает работу всех сфер ее хозяйства и связывает экономические отношения между инфраструктурными организациями. Несмотря на значительный

потенциал, электроэнергетическая система страны сталкивается с рядом проблем. Одной из ключевых задач является сезонный дефицит электроэнергии в осенне-зимний период, обусловленный снижением притока воды в водохранилища. Кроме того, сохраняются высокие потери электроэнергии в сетях, ограниченные финансовые возможности для ускоренной модернизации инфраструктуры, а также недостаточный уровень развития альтернативных возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергетика.

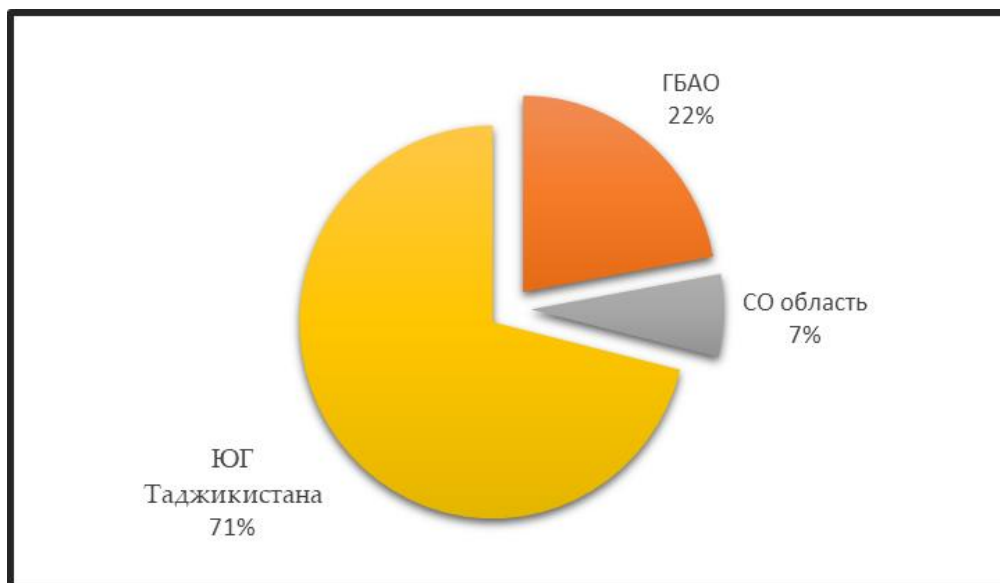


Рисунок 1. Распределение гидроэнергетических ресурсов Республики Таджикистан

Как показано на рисунке 1, гидроэнергетические ресурсы Таджикистана распределены неравномерно⁴, что

объясняет значительную зависимость региона от импорта электроэнергии. Примерно 71,1% гидроэнергетических ресурсов находится в Южном Таджикистане, 22,1% — в ГБАО и 6,8% — в Согдийской области. Следовательно, область в будущем будет нуждаться в импорте электроэнергии.

⁴ Ахророва А.Д., Аминджанова Р.М., Доронкин К.А. Энергетика Таджикистана: современные тенденции и перспективы развития. – Душанбе: ООО РИА «Статус», 2005. – 225 с.

Основной гидроэнергетический потенциал Согдийской области — река Зарафшан. Гидроэнергетический потенциал этой реки составляет 33,94 млрд кВт·ч, однако технически осуществимые и экономически целесообразные гидроэнергетические ресурсы для строительства целевых гидроэлектростанций составляют 10,55 млрд кВт·ч. Анализ показывает, что существует 13 подходящих мест для строительства гидроэлектростанций и водохранилищ. Длина реки составляет 877 км, а общая площадь водосборного бассейна — 12,3 тыс. км².

Как известно, объем производства электроэнергии в этом регионе крайне низок по сравнению с существующими мощностями. При этом Долгосрочная программа строительства серии малых гидроэлектростанций на период 2009-2020 годов предусматривала 16,9 млн кВт·ч. Энергетическая инфраструктура Согдийской области представлена Кайрокумской гидроэлектростанцией (ГЭС-24) и 4 открытыми акционерными обществами «Электрораспределительно-передающие сети», в состав которых входят 8 городских и районных электросетей. Потребителей электроэнергии в регионе обслуживает одна подстанция «Согд – 500 кВ», 164 подстанции 35–220 кВ и 3814 трансформаторных подстанций 6–10 кВ⁵.

В водно-энергетических материалах указано, что насосные станции в Согдийской области потребляют около 0,9–1,0 млрд кВт·ч в год, например, в 2020 году — 914 млн кВт·ч. Это крупный потребитель внутри аграрно-ирригационного сектора⁶. Отмечается, что значительная часть общего электропотребления насосных станций Та-

джикистана приходится именно на Согдийскую область (около 80% в некоторых системах), поскольку там сосредоточено до 75% орошаемых земель соответствующей сети. То есть можно уверенно сказать, что в структуре электропотребления Согдийской области заметную долю занимает сельское хозяйство (насосные станции), плюс значительная часть идёт на промышленность и население, но точные проценты по каждому сектору по области не опубликованы.

⁵ ОАО «Барки Точик». Отчёт о деятельности Кайракумской ГЭС. – Худжанд, 2022.

⁶ Министерство сельского хозяйства Республики Таджикистан. Отчёт по ирригационным системам. – Душанбе, 2022.

**Таблица 1 - Производство и потребление электроэнергии в Таджикистане и
Согдийской области за период 2020 – 2025 гг.**

| № | Годы | Производство э/э РТ, млн.кВт·ч | Доля гидро- энергии, % | ГЭС -24 (Кайрак- кумская ГЭС), млн.кВт·ч | Потребле- ние э/э СО РТ, млн.кВт·ч | Примечание |
|----|------|-----------------------------------|---------------------------|--|---|---|
| 1. | 2020 | 20 000 | 95 | 650 | 5000 | Пандемия COVID-19; СО занимает 2-е место по потреблению после РПП |
| 2. | 2021 | 20 624 | 96 | 650 | 5100 | Восстановление после пандемии; модернизация Кайраккумской ГЭС начата в 2019г., но замедлена COVID-19 |
| 3. | 2022 | 21 000 | 95 | 650 | 5200 | Стабилизация производства; насосные станции Согда потребили ≈1 млрд кВт·ч (80% потребления насосов страны) |
| 4. | 2023 | 21 500 | 95 | 650 | 4363* (11 мес.) | Рост потребления в регионе |
| 5. | 2024 | 22 400 | 96 | 650-750 | 5000 | Первые 3 агрегата Кайраккумской ГЭС введены в сентябре 2024г. |
| 6. | 2025 | 24 000 | 95 | 900 | 5500 | На основе модернизированной Кайраккумской ГЭС (+250 млн кВт·ч); ожидается прирост регионального потребления |

Рассчитано авторами из источников: Статистика Республики Таджикистан: 2020-2024. Душанбе – 2021.,2024 416 с., Статистика Республики Таджикистан– 2023-2024. Душанбе – 2022,2024. 415 с., ШСХК “Барки Тоҷик”.

**За 11 месяцев 2023 г.*

В таблице 1 отражены данные о производстве электроэнергии Республики Таджикистан, на ГЭС 24 (Кайраккумская ГЭС), а также потреблении Согдийской области за период 2020 до 2025 гг. Как видно из таблицы, объём производства электроэнергии в стране увеличился с 20 до 24 млрд кВт·ч, при этом доля гидроэнергии устойчиво остаётся на уровне около 95-96 %. Выработка элек-

троэнергии ГЭС – 24 (Кайраккумская ГЭС) увеличивалась с 650 млн. кВт·ч до 900 млн кВт·ч за счет поэтапного ввода модернизированных агрегатов⁷.

Согдийская область на протяжении всего периода остаётся одним из

⁷ Модернизация энергоблоков Кайраккумской ГЭС завершена. <https://tj.sputniknews.ru/20251120>.

крупнейших потребителей электроэнергии: в отдельные годы регион занимает второе место по потреблению после РРП, значительный вклад в нагрузку вносят насосные станции, достигающие порядка 1 млрд кВт·ч в 2022 г. В 2023–2025 гг. фиксируется тенденция к дальнейшему увеличению регионального потребления на фоне завершения основных этапов модернизации ГЭС – 24 (Кайраккумской ГЭС) и улучшения надёжности электроснабжения на севере страны. Низкий уровень потребления на душу населения наблюдается в городах Истаравшан, Истиклол, Исфара, Канибадам и Б. Гафуровском районе.

Самый высокий уровень потерь электроэнергии в городских и районных электросетях приходится на Горно - Мастчинский и Шахристанский районы, а также в городах Истаравшан и Пенджикент. В городах Худжанд и Истиклол уровень электропотерь выше среднего. Эти данные показывают, что пространственная неоднородность в области достаточно ясно выражена, т.е. более удалённые горные районы страдают от повышенных потерь⁸. В периодической литературе графики нагрузки по Согдийской области не публикуются, но ре-

алии таковы, что в зимний период в области регулярно вводятся ограничения («лимитирование») с подачей электроэнергии населению по расписанию — чаще утром и вечером: с 5:00–8:00 и 17:00–21:00 при общей суточной подаче около 7,5 млн кВт·ч. В отдельные годы, при проведении ремонтных работ на линиях или дефиците мощности подача сокращалась до 2 часов в сутки с суточным отпуском порядка 4–4,5 млн кВт·ч, что демонстрирует высокий пик зимнего спроса и ограниченность пропускной способности⁹.

В публикациях по энергоснабжению Согдийской области подчёркивается значительная суточная неравномерность нагрузки: максимумы приходятся на утренний и вечерний периоды, минимум — на ночные часы, причём диспетчерские решения часто связаны с ручным ограничением бытового сектора из-за перегрузки сетей и старого оборудования (табл. 2).

Таблица 2 - Основные проблемы, связанные с потерями электроэнергии в Согдийской области Таджикистан

| Категория проблемы | Суть проблемы | Конкретные проявления |
|------------------------|---|---|
| Дефицит электроэнергии | Недостаток электроэнергии в осенне-зимний период, особенно в сельской местности | Регулярный «энерголимит»: подача света по 6–10 часов в сутки (обычно утром и вечером), длительные отключения днем и ночью |

⁸ *Хомидова М.И., Авезова М.М. Аҳамияти иқтисодии коҳиши талафоти нерӯи барқ дар инфрасохтори электроэнергетикии минтақавӣ// Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2025. № 2 (35). С. 62-72.*

⁹ *В Согде объяснили ситуацию с подачей электроэнергии <https://tj.sputniknews.ru/20240306/sogde-situatsiu-podacha-elektroenergiva-1061945913.html>*

*Хомидова М.И., Разыков З.А. Современное состояние и проблемы развития
электроэнергетической системы в условиях обеспечения энергетической независимости
Таджикистана*

| Категория проблемы | Суть проблемы | Конкретные проявления |
|----------------------------------|---|--|
| Ограничения и отключения | Плановые и «скрытые» ограничения поставок электроэнергии | Введение графиков отключений без четкого официального уведомления; объяснение ограничений «ремонт ЛЭП», хотя отключения продолжаются и ночью |
| Низкое качество электроснабжения | Нестабильное напряжение, частые перебои, короткие и длительные отключения | Повреждение бытовой техники, невозможность нормальной работы электрооборудования, жалобы жителей сел, пригородов Пенджикента и других районов Согдийской области |
| Состояние сетевой инфраструктуры | Изношенность линий и подстанций, высокие технические потери | Перегрузка существующих ЛЭП и трансформаторов, рост аварийности, необходимость частых ремонтов, что приводит к дополнительным отключениям |
| Организационные проблемы | Недостаточная прозрачность управления режимами электроснабжения | Население часто не получает своевременной информации о графиках отключений, причины перебоев разъясняются постфактум или через СМИ и соцсети |
| Социальные последствия | Ухудшение условий жизни населения и работы социальной сферы | Нарушения работы школ, невозможность полноценного обучения с использованием компьютеров, проблемы с отоплением и водоснабжением в период отключений |
| Экономические последствия | Снижение эффективности работы бизнеса и сельского хозяйства | Простаивание оборудования, порча продуктов в магазинах из-за остановки холодильников, перебои в работе насосных станций для орошения (до 80% энергопотребления насосов приходится на Согдийскую область) |
| Связь и цифровая инфраструктура | Зависимость мобильной связи и интернета от электроснабжения | При отключении электричества в ряде районов полностью пропадает мобильная связь и интернет, так как базовые станции не обеспечены резервным питанием. |

Составлено авторами на основе изучения литературы

Проведённый анализ показал, что электроэнергетическая система Согдийской области является базовым фактором устойчивого развития региона, определяющим условия функционирования промышленности, аграрно - ирри-

гационного сектора и социальной инфраструктуры¹⁰.

¹⁰ *Авезова М.М. Хомидова М.И. Методология оценки эффективности функционирования электроэнергетической производственной инфраструктуры региона. /М.М. Авезова, М.И. Хомидова [Текст] //Международный*

Результаты исследования позволяют выделить следующие приоритетные направления развития электроэнергетической системы Согдийской области:¹¹ снижение технических и коммерческих потерь в распределительных сетях за счёт модернизации линий и подстанций; повышение надёжности и управляемости режимов электроснабжения, в том числе через цифровизацию учёта и систем диспетчерского управления; внедрение энергосберегающих технологий и модернизация насосных станций на базе энергоэффективного оборудования; развитие местных возобновляемых источников энергии – малых ГЭС на притоках Зарафшана и солнечных электростанций для удалённых и сельских районов. Реализация этих мер будет способствовать снижению сезонного дефицита электроэнергии, повышению энергоэффективности региональной экономики и достижению стратегической цели энергетической независимости Республики Таджикистан, закреплённой в национальных программных документах.

Заключение. Проведённое исследование подтверждает, что электроэнергетическая система Согдийской области выступает системообразующим фактором социально-экономического развития региона. Высокая доля промышленного производства, значительные объёмы насосного орошения и демографическая нагрузка формируют устойчивый рост

электропотребления, что усиливает требования к надёжности и эффективности функционирования энергетической инфраструктуры. Несмотря на положительную динамику производства электроэнергии в стране и модернизацию Кайраккумской ГЭС, Согдийская область сохраняет зависимость от межрегиональных перетоков вследствие ограниченности собственного гидроэнергетического потенциала. Существенными проблемами остаются сезонный дефицит электроэнергии, высокая изношенность сетей, значительные технические потери и неравномерность графиков нагрузки. В этих условиях стратегическое развитие энергосистемы региона должно быть ориентировано на комплексную модернизацию распределительных сетей, внедрение цифровых систем учёта и управления режимами электроснабжения и снижение энергоёмкости аграрно-ирригационного сектора. Реализация данных направлений позволит повысить устойчивость энергоснабжения, сократить экономические потери и обеспечить вклад электроэнергетической системы в достижение долгосрочных целей национального развития республики.

научный журнал. Москва.:2020 № 5. С. 51-64.

¹¹ Хомидова М.И. Эффективность функционирования электроэнергетической инфраструктуры и региональное развитие // Авезова М.М. Хомидова М.И.// Электрические сети: надёжность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты. Материалы международной научно-практической конференции. Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. Казань, 2022. С. 7-13.

Список использованной литературы

1. Аvezова М.М. Хомидова М.И. Методология оценки эффективности функционирования электроэнергетической производственной инфраструктуры региона. /М.М. Аvezова, М.И. Хомидова [Текст] //Международный научный журнал. Москва.:2020 № 5. С. 51-64.
2. Ахророва А.Д., Аминджанова Р.М., Доронкин К.А. Энергетика Таджикистана: современные тенденции и перспективы развития. – Душанбе: ООО РИА «Статус», 2005. – 225 с.
3. В Согде объяснили ситуацию с подачей электроэнергии <https://tj.sputniknews.ru/20240306/sogde-situatsiu-podacha-elektroenergiya-1061945913.html>.
4. Выступление на встрече с руководителями и деятелями города Нурека 13.08.2013 14:48, г. Нурек. <http://www.president.tj/node/4865> (дата обращения 23.01.2025).
5. Министерство сельского хозяйства Республики Таджикистан. Отчёт по ирригационным системам. – Душанбе, 2022.
6. Минэнерго Таджикистана назвало крупнейших должников за электроэнергию. <https://www.asiaplustj.info/news/tajikistan/economic/20260130/minenergo-tadzhikistana-nazvalo-krupneishih-dolzchnikov-za-elektroene>.
7. Модернизация энергоблоков Кайраккумской ГЭС завершена. // <https://tj.sputniknews.ru/20251120>.
8. ОАО «Барки Точик». Отчёт о деятельности Кайраккумской ГЭС. – Худжанд, 2022.
9. Хомидова М.И. Аҳамияти иқтисодии қоҳиши талафоти нерӯи барқ дар инфрасохтори электроэнергетики минтақаи // // Аvezова М.М. Хомидова М.И.// Вестник ПИГТУ имени академика М.С. Осими. 2025. № 2 (35). С. 62-72.
10. Хомидова М.И. Эффективность функционирования электроэнергетической инфраструктуры и региональное развитие. Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты // Аvezова М.М. Хомидова М.И.// Материалы международной научно-практической конференции. Редакция: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. Казань, 2022. С. 7-13.
11. Энергетическая стратегия Республики Таджикистан на период до 2030 года. – Душанбе, 2021.

References

1. Akhrorova A.D., Aminjanova R.M., Doronkin K.A. Energy in Tajikistan: Current Trends and Development Prospects. – Dushanbe: ООО RIA "Status", 2005. – 225 p.
2. Avezova M.M., Khomidova M.I. Methodology for Assessing the Performance of the Regional Electric Power Production Infrastructure. /M.M. Avezova, M.I. Khomidova [Text] // International Scientific Journal. Moscow: 2020, No. 5. pp. 51-64.
3. Barki Tochik OJSC. Report on the activities of the Kairakkum HPP. – Khujand, 2022.
4. Energy Strategy of the Republic of Tajikistan for the period up to 2030. – Dushanbe, 2021.
5. Khomidova M.I. Performance of the Electric Power Infrastructure and Regional Development. Electric Grids: Reliability, Safety, Energy Saving, and Economic Aspects // Avezova M.M., Khomidova M.I. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Editorial Board: V.V. Maksimov (editor-in-chief) [et al.]. Kazan, 2022. pp. 7-13.

6. Khomidova M.I., Avezova M.M. The economic significance of reducing electricity losses and regional energy infrastructure. Vestnik PITTU named after academician M.S. Osimi. 2025. No. 2 (35). Pp. 62-72.

7. Ministry of Agriculture of the Republic of Tajikistan. Report on irrigation systems. – Dushanbe, 2022.

8. Speech at a meeting with the leaders and officials of the city of Nurek, August 13, 2013, 2:48 PM, Nurek. <http://www.president.tj/node/4865> (accessed January 23, 2025).

9. Sughd explained the electricity supply situation <https://tj.sputniknews.ru/20240306/sogde-situatsiu-podacha-elektroenergiya-1061945913.html>.

10. The Ministry of Energy of Tajikistan named the largest debtors for electricity. <https://www.asiaplustj.info/news/tajikistan/economic/20260130/minenergo-tadzhikistana-nazvalo-krupneishih-dolzchnikov-za-elektroene>.

11. The modernization of the Kairakkum hydroelectric power plant's power units is complete. <https://tj.sputniknews.ru/20251120>.

ВАЗЪИЯТИ КУНУНӢ ВА МУАММОИ РУШДИ НИЗОМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ ДАР ШАРОИТИ ТАЪМИНИ ИСТИҚЛОЛИЯТИ ЭНЕРГЕТИКИИ ТОҶИКИСТОН

Ҳомидова Машхура Исмагҷоновна – номзади илмҳои иқтисодӣ, омӯзгори калон, кафедраи таъминоти барқ, Донишқадаи кӯҳӣ-металлургии Тоҷикистон, ш. Бӯстон, Ҷумҳурии Тоҷикистон, <https://orcid.org/0000-0002-9553-1669>;

SPIN-код (РИИЦ): 4459-8028, homidova_1004@mail.ru

Розиқов Зафар Абдуқаҳорович – доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи экология, Донишқадаи кӯҳӣ-металлургии Тоҷикистон, ш. Бӯстон, Ҷумҳурии Тоҷикистон, zafarrazykov@mail.ru

Чакида. Дар ин мақола вазъи кунунии низоми энергетикӣ вилояти Суғди Тоҷикистон дар заминаи ноил шудан ба ҳадафи стратегияи кишвар - истиқлолияти энергетикӣ баррасӣ шудааст. Дар мақола сохтори истеҳсоли нерӯи барқ, динамикаи истеҳсол ва истеъмоли барои солҳои 2020-2025, тақсими захираҳои гидроэнергетикӣ ва нақши НБО-и Қайроққум дар таъмини суботи энергетикӣ минтақа таҳлил карда шудааст. Таваҷҷӯҳи махсус ба масъалаҳои норасоии мавсимии нерӯи барқ, вазъи инфрасохтори шабака ва сифати насти таъминоти нерӯи барқ, инчунин талафоти баланди техникӣ ва тиҷоратӣ дар шабакаҳои тақсимотӣ, нобаробарии борҳо ва вобастагии минтақа аз иқтисодии байниминтақавӣ зоҳир карда мешавад. Оқибатҳои иқтисодии марбут ба талафоти нерӯи барқ, аз қабилӣ аз кор мондани таҷҳизот, вайроншавии гизо аз сабаби қатъ шудани қори яхдонҳо ва қатъ шудани қори истгоҳҳои насосии обёрӣ баррасӣ шуданд, зеро ки то 80% истеъмоли нерӯи барқи насосҳои обкашӣ дар вилояти Суғд мебошад. Нишон дода шудааст, ки низоми энергетикӣ кишвар ва минтақа ба нерӯи барқи обӣ асос ёфтааст ва дорои имкониятҳои назаррас барои рушди устувор мебошад. Дар асоси таҳлили гузаронидашуда, самтҳои афзалиятноки рушди низоми электроэнергетикӣ вилояти Суғд, аз ҷумла навсозии инфрасохтори шабакавӣ, рақамикунони идоракунӣ, ҷорӣ намудани технологияҳои каммасрафи энергия ва рушди манбаъҳои маҳаллии барқароршавандаи энергия асоснок карда шуданд.

Калидвожаҳо: нерӯи барқ, истиқлолияти энергетикӣ, вилояти Суғд, захираҳои гидроэнергетикӣ, талафоти нерӯи барқ, нерӯгоҳи барқи обӣ Қайроққум, самаранокии энергетикӣ, рушди минтақавӣ.

*Хомидова М.И., Разыков З.А. Современное состояние и проблемы развития
электроэнергетической системы в условиях обеспечения энергетической независимости
Таджикистана*

CURRENT STATUS AND PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THE REGION'S ELECTRIC POWER SYSTEM IN THE CONTEXT OF ENSURING TAJIKISTAN'S ENERGY INDEPENDENCE

Khomidova Mashkhura Ismadzhonovna – *candidate of economic sciences, senior lecturer,
Department of Power Supply, Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan, Buston,
Republic of Tajikistan, <https://orcid.org/0000-0002-9553-1669>; SPIN-код (РИИЦ): 4459-8028
homidova_1004@mail.ru*

Razykov Zafar Abdukakhorovich – *Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of Ecology, Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan, Buston,
Republic of Tajikistan, zafarrazykov@mail.ru*

Abstract. *This article examines the current state of the electric power system of the Sughd region of the Republic of Tajikistan in the context of achieving the country's strategic goal of energy independence. The article analyzes the electricity generation structure, production and consumption dynamics for 2020–2025, the distribution of hydropower resources, and the role of the Kairakkum Hydroelectric Power Station in ensuring regional energy stability. Particular attention is paid to problems of seasonal electricity shortages, such as the state of the grid infrastructure and poor quality of electricity supply, as well as large volumes of technical and commercial losses in distribution networks, uneven load distribution, and the region's dependence on interregional electricity flows. Based on the analysis, priority areas for the development of the Sughd region's electricity system are substantiated, including the modernization of network infrastructure, digitalization of management, the introduction of energy-efficient technologies, and the development of local renewable energy sources. Among the economic consequences associated with power losses are equipment downtime, spoilage of products due to refrigerators stopping, and interruptions in the operation of irrigation pumping stations, as up to 80% of pump energy consumption occurs in the Sughd region. It has been demonstrated that the energy system of the country and region is distinctly hydroelectric in nature and possesses significant potential for sustainable development. Based on the analysis, priority areas for the development of the Sughd Region's power system have been identified, including the modernization of network infrastructure, the digitization of management, the introduction of energy-efficient technologies, and the development of local renewable energy sources.*

Keywords: *electric power, energy independence, Sughd region, hydropower resources, electricity losses, Kairakkum hydroelectric power station, energy efficiency, regional development.*

САМАРАНОКИИ СОХТОРИ ТАШКИЛИИ ИДОРАКУНИИ КОРХОНАҲОИ САНОАТИ НАССОҶӢ ДАР ШАРОИТИ НОУСТУВОРИИ ИҚТИСОДИ

Авезова Махбуба Муҳамедовна – доктори илмҳои иқтисодӣ, профессори кафедра, кафедраи иқтисоди муҳандисӣ ва менеҷмент, Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, <https://orcid.org/0000-0002-6118-8321>; SPIN-код (РИИЦ): 8727-9534, avezova@rambler.ru

Қаюмова Сурайё Абдуазимовна – омӯзгори калон, кафедраи идораи молия, Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, suraida@mail.ru

Чакида. Дар мақола масъалаҳои баланд бардоштани самаранокии сохтори ташиклии низоми идоракунии корхонаи саноатӣ дар муҳити ноустувори иқтисодӣ баррасӣ мегарданд. Нақши низоми мутобиккардашудаи ташиклиӣ ҳамчун омилҳои калидии таъминкунандаи рушди устувор ва рақобатпазирии корхона асоснок карда шудааст. Моҳияти самаранокии сохтори ташиклии идоракунӣ ҳамчун тавсифи маҷмӯӣ, ки қобилияти низомро барои ноил шудан ба ҳадафҳои гузошташуда бо хароҷоти ҳадди ақал инъикос мекунад, кушода дода шуд. Нишондиҳандаҳои асосие, ки ба самаранокии идоракунӣ таъсир мерасонанд, асоснок гардидаанд, аз ҷумла шумораи зинаҳои идоракунӣ, дараҷаи марказонидашавӣ, стандартҳои назорат, инчунин унсурҳои муайянкунандаи ташаккули онҳо: шумора ва сатҳи тахассуси кормандони идоравӣ ва маъмурий, ҳаҷми корҳои иҷрошаванда, сатҳи автоматизатсия истеҳсолот. Мушкилоти асосии сохторҳои ғайрисамаранокӣ ташиклиӣ, ба монанди такрори вазифаҳо, афзоиши хароҷоти идоракунӣ ва паст шудани ҳосилнокии меҳнат муайян карда шуданд. Дар доираи таҳқиқот усулҳои арзёбии самаранокии низоми идоракунӣ баррасӣ гардида, нишондиҳандаҳои натиҷагирӣ сохтори ташиклиӣ пешниҳод карда шудаанд. Қисми амалии таҳқиқот ба таҳлили фаъолияти корхонаи дӯзандагӣ дар вилояти Суғд асос ёфтааст. Натиҷаҳои таҳқиқот метавонанд аз ҷониби роҳбарон ва мутахассисони корхонаҳои саноати нассоҷӣ ва дӯзандагӣ, инчунин мақомоти идоракунии соҳавӣ ҳангоми таҳия ва тақмили сохторҳои ташиклии идоракунӣ, ки ба баланд бардоштани самаранокии фаъолияти корхонаҳо равона шудаанд, истифода шаванд.

Калидвожаҳо: низоми идоракунӣ, самара, самаранокӣ, ҷузъи ташиклиӣ, устуворӣ, суръати қабули қарор, усулҳои арзёбӣ, нишондиҳандаҳо.

Муқаддима. Баланд бардоштани самаранокии иқтисодии корхонаҳо яке аз вазифаҳои аввалиндараҷаест, ки Ҳукумати Тоҷикистон дар назди соҳибкорон ва роҳбарони ватанӣ гузоштааст. Барои ҳалли ин мушкилот танҳо муайян кардани нишондиҳандаҳои мақсадноки рушд кофӣ нест. Механизми афзудани самаранокӣ тавассути баландбардории чандирнокии низоми идоракунӣ ва саривақт мутобикшавӣ ба шароити муҳити беруна зарур аст, ки стратегия ва тактикаи идоракунӣ дар сатҳи корхона муайян намояд. Самтҳои

стратегӣ ва амалии идоракунӣ бошад, чунон ки маълум аст, аз муайян кардани маҷмуи қарорҳои пайгирионаи идоракунӣ иборат буда, барои ноил шудан ба нишондиҳандаҳои нақшавӣ дар як давраи муайян тавассути истифодаи иқтидори захиравии корхона имкон медиҳад¹.

Арзёбии самаранокии идоракунӣ барои бисёр ҷанбаҳои идоракунӣ

¹ Соколова А.П., Юрова А.Д // Управление эффективностью предприятий / Вестник Академии знаний №36 (1), 2020/ С228-233.

аҳамияти аввалиндараҷа дорад, зеро он асоснокӣ ва самаранокии кӯшишҳои идоракунии корхонаро муайян мекунад. Барои арзёбии он муайян кардани мутобиқати низоми идоракунӣ ва сохтори ташкилии он ба объекти идоракунӣ дар шароити дараҷаи баланди номуайянӣ ва тағйирпазирии муҳити тичорат муҳим аст². Мақсади кор асоснок кардани муносибати методӣ ба арзёбии самаранокии ҷузъи ташкилии низоми идоракунии корхона дар соҳаи саноати бофандагӣ мебошад.

Дар мактаби илмии классикӣ низоми ташкилии идоракунии корхона ҳамчун маҷмуи мақсаднок, иерархияи ташкилшудаи унсурҳои мутақобила муайян карда мешавад, ки таҳия, қабул ва татбиқи қарорҳои идоракуниро, ки ба ноил шудан ба ҳадафҳои стратегӣ ва амалиётҳои корхона дар шароити муҳити беруна ва дохилӣ нигаронида шудаанд, таъмин менамояд³. Унсурҳои асосии он мақомоти идоракунӣ, усулҳо, чараҳои иттилоот ва захираҳо мебошанд.

Дар назарияи идоракунӣ самаранокии низоми идоракунӣ гуфта, дараҷаи ноил шудан ба ҳадафҳои он бо истифодаи оқилонаи захираҳо, ки таносуби натиҷаҳои бадастомада ва хароҷоти ноил шуданро инъикос мекунад, фаҳмида мешавад⁴. Он баҳо медиҳад, ки то чӣ андоза низоми идоракунӣ барои ноил шудан ба ҳадафҳои стратегӣ ва амалиётӣ, кам кардани хароҷот ва мутобиқшавӣ ба

тағирот дар муҳити беруна ва дохилӣ мусоидат мекунад.

Ҷузъи ташкилии низоми идоракунии корхона заминаи сохторӣ ва функционалӣ мебошад, ки дар он идоракунии корхона сохта мешавад. Он ҳамчун ҳамкориҳои муташаккил байни одамон, шӯъбаҳо, сатҳҳои идоракунӣ ва равандро муайян карда мешавад⁵.

Унсурҳои ҷузъи ташкилӣ ин маҷмуи сохтори ташкилии идоракунӣ, низоми алоқа тавассути шабакаҳо ва шаклҳои ҳамкориҳои байни кормандон ва шӯъбаҳо мебошад. Ҷузъи ташкилӣ барои арзёбии сохтори идоракунӣ муҳим аст. Зеро ҷузъи ташкилӣ устуворӣ ва идорашавандагии корхонаро таъмин мекунад ва он низоми возеҳи қоидаҳо ва муносибатҳои мутақобиларо ба вуҷуд меорад. Ин ба корхона имкон медиҳад, ки ҳатто дар шароити дигаргуниҳои номусоид устувор фаъолият кунад. Бо ёрии идоракунии ҷузъи ташкилӣ ба натиҷаҳои зерин ноил шудан мумкин аст:

1. Самаранокии кор ва суръати қабули қарорҳо афзоиш меёбад⁶. Баланс бардоштани самаранокии кор ва суръати қабули қарорҳо раванди бехтаргардонии фаъолиятест, ки ба ноил шудан ба натиҷаҳои ҳадди аксар бо сарфи ҳадди ақали захираҳо (вақт, кӯшиш, маблағ) ва суръат бахшидан ба раванди таҳия ва татбиқи қарорҳо нигаронида шудааст. Моҳияти ин мафҳумҳо аз ҷанбаҳои зерин иборат аст ва дар расми 1 оварда шудааст. Дар он самаранокии низоми идоракунӣ қобилияти ноил шудан ба ҳадафҳои гузошташударо бо истифодаи бехтарини захираҳо инъикос мекунад.

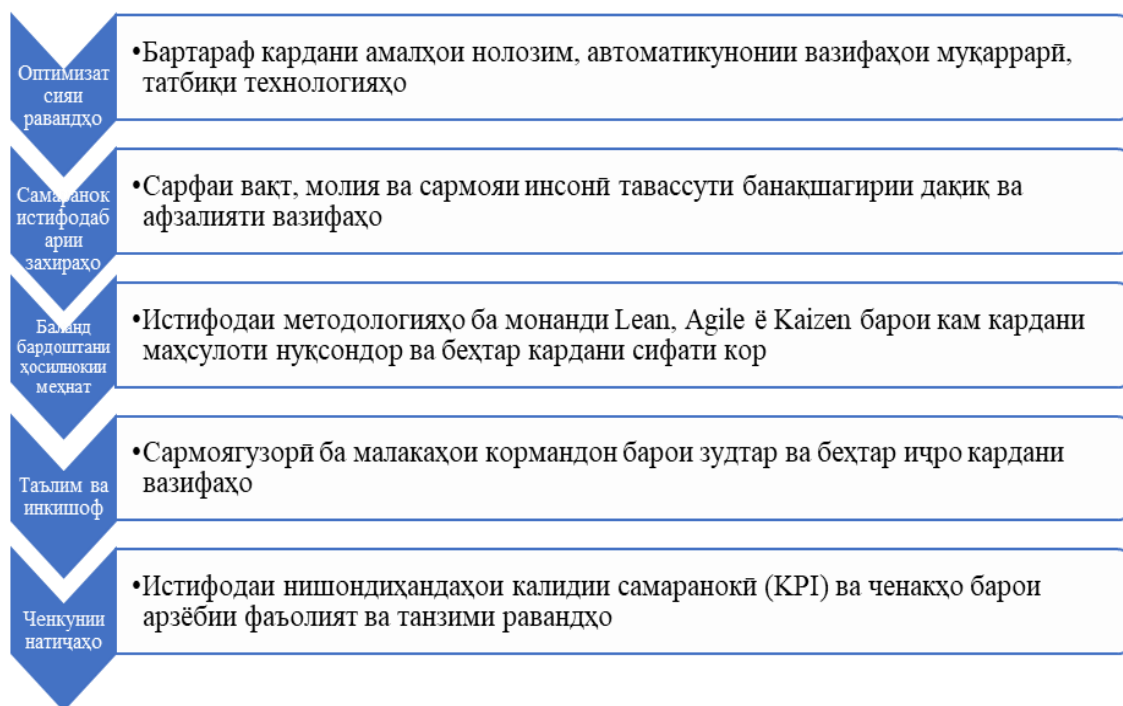
² Авезова М.М. *Инновационная модель устойчивого развития экономики Таджикистана: стратегия, приоритеты, ресурсы*. Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2017. № 3 (4). С. 83-96.

³ Глушков В.М. *"Основы организации и управления производственными системами"*, М.: Наука, 1980.

⁴ Гаджинский А.М. *"Организация, нормирование и оплата труда"*. — М.: ИНФРА-М, 2007.

⁵ Виханский О.С., Наумов А.И. *"Менеджмент"*. — М.: Гардарики, 2006.

⁶ Қайюмова С.А. *Ҷанбаҳои назариявӣ ва методии баҳодихӣ ба самаранокии идоракунии минтақавӣ*. Паёми ДПДТТ ба номи академик М.С. Осими. 2024. № 1 (30). С. 99-109.



Расми 1. Гуруҳбандии омилҳои самаранокӣ низоми идоракунии

Сарчашма: коркарди муаллифон дар асоси омӯзиши адабиёти илмӣ

Самаранокӣ ва суръати қабули қарорҳо яқдигарро пурра мекунад. Самаранокӣ баланд аз ҳисоби мавҷудияти захираҳо барои қабули тези қарорҳо шароит фароҳам меорад. Қабули қарорҳо имкон медиҳад, ки ба тағйирот зуд воқунӣш нишон дода шавад ва ин самаранокӣ умумиро зиёд мекунад. Барои татбиқи усулҳои амалӣ, истифодаи технологияҳои ИТ яке аз беҳтарин ҳалли соддагардонии амалиёти муқаррарӣ мебошад. Дар асри технологияҳои рақамӣ татбиқи

платформаҳои таҳлилӣ, ба монанди Power BI ё Tableau, яке аз омилҳои асосии баланд бардоштани самаранокӣ низоми ташкилии идоракунии корхона мебошад.

2. Идоракунии чузъҳои ташкилӣ барои мутобиқ шудан ба тағйироти бозор ва миқёси истеҳсол ва инчунин фуруши маҳсулот кӯмак мекунад. Ҷанбаҳои асосии ин падида дар расми 1 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1 – Унсурҳои таъсири низоми идоракунии ба самаранокӣ фаъолияти корхонаи истеҳсоли

| № | Номгуи унсурҳо | Мохияти унсурҳо |
|----|----------------------------|--|
| 1. | Мутобиқати сохтори ташкилӣ | Барои зуд ба шароити тағйирёбии бозор ҷавобгӯ шудан, сохтори ташкилӣ бояд тез мутобиқ шавад, (масалан, технологияҳои нав, афзалияти истеъмолкунандагон, рақобат). Ин метавонад гузариш ба сохторҳои матритсагӣ ё лоихавиро дар бар гирад, ки барои тақсимои универсалии захираҳо ва идоракунии тағйирот имконият диҳад |
| 2. | Идоракунии | Низоми идоракунии бояд механизмҳои мониторинги муҳити беруна |

| № | Номгуи унсурҳо | Мохияти унсурҳо |
|----|------------------------------|---|
| | стратегӣ ва банақшагири | (PEST, таҳлили SWOT ва ғайра) - ро бо мақсади фаҳмидани тағйирот ва мутобиқсозии стратегияҳо дар бар гирад |
| 3. | Идоракунии захираҳо | Тақсимои самаранокӣ захираҳои инсонӣ, молиявӣ ва технологӣ барои истифодаи таъсири микёс, яъне кам шудани арзиши миёнаи истеҳсоли маҳсулот ҳангоми афзоиши ҳаҷми истеҳсоли он. Масалан, автоматикунонии равандҳо ё омӯзиши кормандон ба малакаҳои нав |
| 4. | Фарҳанги навоарӣ ва тағйирот | Фарҳанги навоарӣ ва тағйирот бояд таҷриба, навоарӣ ва омодагӣ ба тағйиротро ташвиқ кунад. Ин омӯзиши кормандон, ҷорӣ намудани низоми идоракунии дониш ва ҳавасмандгардонии ташаббусро дар бар мегирад |
| 5. | Мавқеи асосии роҳбарӣ | Роҳбарон бояд ташаббускорони тағйирот бошанд, ки кормандонро ҳавасманд кунанд |
| 6. | Дастгирии технологӣ | Истифодаи воситаҳои рақамӣ (системаҳои CRM (Customer Relationship Management), ERP (Enterprise Resource Planning), BI (Business Intelligence)) барои таҳлили додаҳо, пешгӯӣ ва идоракунии равандҳои микёспази |
| 7. | Муошират ва ҳамоҳангсозӣ | Роҳҳои возеҳи иртиботӣ дар дохили корхона мувофиқатро дар мутобиқшавӣ ва тағйирот таъмин мекунанд. Ба раванди қабули қарорҳо барои баланд бардоштани самаранокӣ ҷалби тамоми сатҳҳои идоракунӣ дида мешавад |

Сарчашма: аз тарафи муаллифон дар асоси омӯзиши адабиёт тартиб дода шудааст

Низоми ташкилии чандир метавонад дар шароити тағйирот, ба монанди бӯхрони иқтисодӣ, афзоиши ҳаҷми истеҳсоли маҳсулот ва ҷорӣ намудани технологияҳои нав, тез дигаргун шуда, ба ин тағйирот мутобиқшавад. Ҳамин тариқ, самаранокӣ низоми ташкилии идоракунии корхона хусусияти мураккабест, ки бо қобилияти низом барои таъмини рушди устувор ва

рақобатпазирии корхона бо хароҷоти ҳадди ақал муайян карда мешавад.

Назария ва усулҳо. Низоми арзёбии самаранокӣ сохтори ташкилии идоракунии корхонаро вобаста ба равиш, ҳадафҳо ва воситаҳои истифодашаванда, ки дар ҷадвали 2 оварда шудаанд, метавон ба чанд гурӯҳ тақсим кард.

Ҷадвали 2 – Усулҳои арзёбии низоми идоракунии корхона

| № | Муносибати методӣ ба арзёбии низоми идоракунии корхона | Намудҳои усулҳои арзёбии низоми идоракунии корхона |
|---|--|--|
| 1 | Муносибати ташкилӣ – сохторӣ | Таҳлили сохтори ташкилӣ: Арзёбии мутобиқати сохтори идоракунӣ ба ҳадафҳои корхона, таҳлили тақсимои вазифаҳо, ваколатҳо ва масъулиятҳо Таҳлили SWOT: Муайян кардани чиҳатҳои қавӣ ва заифи низоми идоракунӣ, инчунин имконият ва таҳдидҳои муҳити беруна Арзёбии сатҳи мутамарказӣ/ғайримарказӣ: Таҳлили то чӣ андоза самаранок тақсим кардани ваколатҳо байни сатҳҳои |

| № | Муносибати методӣ ба арзёбии низоми идоракунии корхона | Намудҳои усулҳои арзёбии низоми идоракунии корхона |
|---|--|---|
| | | Ҳокимияти давлатӣ |
| 2 | Муносибати равандӣ | Таҳлили равандҳои тиҷорат: Арзёбии самаранокии равандҳои идоракунии (банақшагирӣ, ташкил, назорат, ҳавасмандкунии) бо истифода аз асбобҳо ба монанди BPMN ва ё IDEF Харитасозии равандҳо: Барои муайян кардани монеаҳо, такрори функсияҳо ё амалиёти зиёдатӣ равандҳоро визуалӣ мекунад Усули “Lean”: Арзёбии низом барои сарфаи вақт, захираҳо ва самаранокӣ |
| 3 | Муносибати молиявӣ – иқтисодӣ | Таҳлили нишондиҳандаи асосии фаъолият (KPI): Арзёбии ноил шудан ба ҳадафҳо тавассути нишондиҳандаҳои молиявӣ ва ғайримолиявӣ (даромадноки, ҳосилноки, сатҳи хароҷот) Назорати бучетӣ ва хароҷот: Арзёбии то чӣ андоза низоми идоракунии истифодаи самараноки захираҳоро таъмин мекунад Таҳлили муқоисавӣ (бенчмаркинг): Муқоисаи фаъолияти корхона бо таҷрибаҳои беҳтарини соҳа |
| 4 | Муносибати технологияи иттилоотӣ | Арзёбии низомҳои иттилоотӣ: Таҳлили самаранокии CRM (Customer Relationship Management), ERP (Enterprise Resource Planning), BI (Business Intelligence) ва дигар низомҳои, ки идоракуниро дастгирӣ мекунанд Аудити автоматикунони равандҳо: Санҷиши дараҷаи рақамӣ ва ҳамгирии ҷараёни иттилоотӣ Таҳлили сифати маълумот: Арзёбии эътимодноки ва дастрасии иттилоот барои қабули қарорҳои идоракунии |
| 5 | Муносибати иҷтимоӣ – иқтисодӣ | Пурсишҳо ва пурсишномаҳои кормандон: Арзёбии қаноатмандии кормандон аз низоми идоракунии, сатҳи ҷалб ва муошират Арзёбии 360 дараҷа: Ҷамъоварии фикру мулоҳизаҳо аз менечерҳо, зердастон ва ҳамкорон барои таҳлили салоҳиятҳои идоракунии Таҳлили фарҳанги корпоративӣ: Арзёбии таъсири арзишҳо ва меъёрҳо ба самаранокии идоракунии |
| 6 | Муносибати комплексӣ | Тавозуни нишондиҳандаҳо: Арзёбии низомҳои идоракунии тавассути нишондиҳандаҳои молиявӣ, фармоишгар, раванд ва омӯзиш Моделҳои камолот: Арзёбии сатҳи камолоти равандҳои идоракунии дар асоси стандартҳои байналмилалӣ Аудити низоми идоракунии: Баррасии ҳамаҷонибаи ҳамаи унсурҳои низоми идоракунии (сохтор, равандҳо, захираҳо, технологияҳо) бо ҷалби коршиносони хориҷӣ ё дохилӣ |
| 7 | Муносибати экспертӣ | Усули Делфи: Ҷамъоварии андешаҳои коршиносон барои арзёбии ҷанбаҳои мураккаби низоми идоракунии |

| № | Муносибати методӣ ба арзёбии низоми идоракунии корхона | Намудҳои усулҳои арзёбии низоми идоракунии корхона |
|---|--|---|
| | | Раванди иерархияи таҳлилӣ: Дараҷабандии унсурҳои низоми идоракунии аз рӯи таъсири онҳо ба фаъолияти умумӣ |

Сарчашма: аз тарафи муаллифони дар асоси омӯзиши адабиёти илмӣ таҳия карда шудааст

Аз чадвали 2 мушоҳида намудан мумкин аст, ки ҳар як муносибати методии арзёбии сохтори идоракунии корхона дар худ номгӯи гуногуни усулҳоро доро мебошад, ки ҳар яки онҳо бартарӣ ва камбудии истифодаи худро доранд.

1. Муносибати сохторӣ – ташкилӣ аз: усули таҳлили сохторӣ – ташкилӣ, усули таҳлили SWOT ва усули мутамарказонишуда/ғайримутамарказонишуда иборат аст. Ин муносибат имкон медиҳад, ки ихтилофот дар тақсими нақшҳо, беҳтар кардани идоракунии ва сохтор ба стратегия мутобиқ карда шавад. Он тавассути тақсими дақиқи масъулиятҳо ба баланд бардоштани самаранокӣ мусоидат мекунад. Вақти зиёд ва захираҳои коршиносиро талаб мекунад ва метавонад динамикаи муҳити беруниро ба эътибор нагирифта, танҳо ба ҷиҳати дохилӣ диққат диҳад. Мунаққидон қайд мекунанд, ки ин усул аксар вақт омӯри буда, робитаҳои фарҳангӣ ва ғайрирасмӣ корхонаро ба назар намегирад, ки боиси хулосаҳои сатҳӣ мегардад. Баррасиҳо зарурати ҳамгироӣ бо усулҳои дигарро барои пуррагӣ таъкид мекунанд.

Бартарии усули таҳлили SWOT дар осонии истифодаи визуалӣ ва қобилияти ҳамгироии омилҳои дохилӣ ва берунӣ мебошад. Он дар банақшагирии стратегӣ ба муайян кардани бартариҳои рақобат мусоидат мекунад. Арзёбии субъективӣ, набудани ченакҳои миқдорӣ ва хатари содда кардани ҳолатҳои мураккаб яке аз хусусиятҳои асосии ин усул аст. Усули мазкур алоқаи байни омилҳоро ба назар намегирад ва онро барои хеле содда

буданаш мутахассисон танқид мекунанд, ки ин метавонад боиси рад шудани нозуқиҳо гардад. Тадқиқотҳо нишон медиҳанд, ки он дар бозорҳои динамикӣ бе мукамал кардани воситаҳои дигар бесамар аст.

Бартарии муносибати мутамарказонишуда/ғайримутамарказонишуда дар он аст, ки барои оптимизатсияи қабули қарорҳо, баланд бардоштани чандирӣ дар сохторҳои ғайримарказонидашуда ё назорат дар сохторҳои мутамарказ кӯмак мекунад. Ҳавасмандиро дар сатҳҳои поёнӣ беҳтар мекунад, метавонад ба бархӯрди манфиатҳо оварда расонад. Фарқияти фарҳангиро сарфи назар мекунад. Танқид ба он нигаронида шудааст, ки усул хатарҳои ғайримарказиро (бетартибӣ) ё мутамарказиро (бюрократизм) ба назар намегирад ва аксар вақт барои эътиборнокӣ маълумоти таҷрибавӣ талаб мекунад.

2. Муносибати равандӣ ба таҳлили бизнес – равандҳо, харитасозии равандҳо ва усули “Lean” асос ёфтааст. Усули таҳлили бизнес – равандҳо муоинашавандии муфассал, ошкор кардани монеаҳо ва беҳтарсозиро таъмин мекунад. Дар усули мазкур мураккабии баланди амсиласозӣ дида шуда, он таҷрибаи калон ва вақтро талаб мекунад ва дар он на ҳама вақт омилҳои инсонӣ ба назар гирифта мешавад. Мунаққидон "вазнин"-инии IDEF ва BPMN-ро барои ғайримутахассисон қайд мекунанд.

Бартарии усули харитасозии равандҳо кам кардани хароҷот ва беҳтар кардани сифат мебошад. Бо Lean ба осонӣ ҳамгиро мешавад. Камбудии усул дар вобаста ба сифати маълумот;

субъективӣ будани он, тағйирот бо мурури замонро ба назар намегирад. Аксар вақт барои оморӣ буданаш танқид карда мешавад. Дар навбати худ харитаҳо дар муҳити динамикӣ зуд кӯҳна мешаванд ва бе навсозии мунтазам бефоида мешаванд.

3. Муносибати молиявӣ – иқтисодӣ аз таҳлили нишондиҳандаҳои асосии самаранокӣ (KPI), буҷетсозӣ ва назорати хароҷот ва таҳлили муқоисавӣ (бенчмаркинг) иборат аст. Бартариҳои усули таҳлили нишондиҳандаҳои асосии самаранокӣ (KPI) ҳамчун меъёре, ки сатҳи иҷро ва самаранокӣ корро месанҷад, дар объективӣ будани он, ҳадафҳои андозашаванда ва робита бо ҳавасмандӣ дида мешавад. Он имкон медиҳад, ки пешрафт дар вақти воқеӣ пайгирӣ карда шавад. Камбудии усул дар KPI-ҳои аз ҳад зиёд дида мешавад, ки метавонад боиси тамаркуз ба ҳадафҳои "кӯтоҳмуддат" ва ноиди гирифтани ҳадафҳои дарозмуддат гардад. Мунаққидон қайд мекунанд, ки KPI аксар вақт ба ҷанбаи молиявӣ тамаркуз карда, омилҳои сифатиро сарфи назар мекунанд, усули мазкур муқоиса бо стандартҳои соҳавӣ маълумоти аниқро талаб мекунанд.

Бартариҳои усули буҷетсозӣ ва назорати хароҷот дар интизоми молиявӣ, пешгӯӣ ва назорат дида мешавад⁷. Буҷетҳои қатъӣ (жесткость бюджетов), ки инноватсияро маҳдуд мекунанд, яке аз камбудии усули мазкур мебошад, ба ғайр аз ин он вобастагӣ ба гузашта дорад на ба оянда. Дар бозорҳои динамикӣ буҷетҳо зуд кӯҳна мешаванд.

Бартариҳои усули таҳлили муқоисавӣ (бенчмаркинг) дар он аст, ки камбудии ҳоро ошкор намуда, ба такмил

додан ва мутобиқ намудани таҷрибаи пешқадам ҳавасманд мегардонад. Камбудии усул дар дастрасӣ ба маълумоти рақибон маҳдуд аст ва дар натиҷа хусусияти корхонаро ба назар намегирад. Барои баргараф намудани ин камбудӣ ин усул аксар вақт ҳамгироиро бо KPI талаб мекунанд.

4. Усулҳои арзёбии низомҳои иттилоотӣ, аудити автоматикунонии равандҳо ва таҳлили сифати маълумотҳо моҳияти **муносибати технологияҳои иттилоотиро** ташкил медиҳанд. Бартариҳои усули арзёбии низомҳои иттилоотӣ дар ҳамҷоябинии маълумот ва автоматикунонӣ дида мешавад. Яке аз камбудии усули мазкур дар хароҷоти баланди татбиқи он мебошад. Мунаққидон қайд мекунанд, ки ERP/CRM аксар вақт ба таври осон ҳамгиро намешаванд, ки боиси тақроршавӣ мегардад ва маълумоти босифати сарчашмаро талаб мекунанд.

Бартариҳои аудити автоматикунонии равандҳоро дар муайян кардани осебпазирӣ, беҳкунии ҷараёнҳо ва кам кардани хатогиҳо мушоҳида кардан мумкин аст. Камбудии усул дар он аст, ки таҷрибаи амалии истифодабариро талаб мекунанд. Дар айни замон ин усули методӣ омили инсониро ба назар нагирифта, ба технология диққати асосиро равона месозад.

Бартариҳои таҳлили сифати маълумот дар эътимоднокии қарорҳо дида мешавад, ки он хатарҳоро коҳиш медиҳад. Камбудии усул дар вақт-талабии он зоҳир мешавад, ки он аз сабабҳои ба низом ҷамъоварии маълумот вобаста аст.

5. Муносибати иҷтимоӣ – психологӣ ба пурсишҳо ва анкетиронии кормандон ва таҳлили фарҳанги корпоративӣ таъя мекунанд. Бартариҳои ин усул ҳамчун дастрасии он, беном (анонимокӣ) ва мушкilotи пинҳоншударо маҳсуб меёбад. Бо воситаи усули мазкур ҷамъоварии корхона беҳтар карда

⁷ Қайюмова А.А., Аvezова М.М. Таҳлил ва баҳогузориҳои омилҳои самаранокӣ фаъолияти корхонаҳо дар асоси идоракунии хароҷот. Паёми ДИДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. 2020. № 3 (16). С. 68-78.

мешавад. Вале камбудӣ дар сатҳи пасти посух ва дараҷаи баланди субъективии он дида мешавад.

Бартарии усули арзёбии 360 дараҷа дар назари ҳамачониба, рушди роҳбарӣ ва объективӣ будани он дида мешавад. Камбудии усул ин хавфи ғаразнокӣ, муноқишаҳо ва мушкилии махфият (анонимность) мебошад. Усули мазкур бе маданияти баланд метавонад ноком шавад.

Бартарии усули таҳлили фарҳанги корпоративӣ дар беҳтар намудани истеҳсолот дида мешавад. Камбудии усул бошад, дар субъективинокии он ба назар мерасад. Ин усул асосан барои набудани стандартҳо танқид карда мешавад.

6. Муносибати комплексӣ аз тавозуни нишондиҳандаҳо (BSC), усулҳои камолот (CMMI, ISO) ва аудити низоми идоракунии иборат аст. Бартарии усули тавозуни нишондиҳандаро дар ҳамгирии чанбаҳо, мувозинати ҳадафҳо ва самти стратегӣ мушоҳида кардан мумкин аст. Набудани андозагирии вақт ва субъективӣ будани он аз камбудии усули мазкур мебошанд. Мунаққидон норавшании истилоҳ ва нодида гирифтани омилҳои беруниро қайд мекунанд.

Бартарии моделҳои камолот (CMMI, ISO) дар стандартикунонӣ, тақмили пайваста ва муқоисашавандагӣ дида мешавад. Мушкилии арзёбӣ бошад тамаркуз ба равандҳо бидуни соҳаҳо аст.

7. Усулҳои Делфи ва раванди иерархияи таҳлилий **муносибати коршиносро** (экспертӣ) инъикос менамоянд. Бартарии усули делфи дар махфият (анонимность) ва коркарди номуайяни мушоҳида карда мешавад. Вақти зиёд, ҳосияти субъективии коршиносон ва набудани мувоҳида аз камбудии асосии усул аст. Мунаққидон вобастагӣ аз сифати коршиносон ва рад кардани ғояҳои ғайристандартиро қайд мекунанд.

Бартарии усули раванди иерархияи таҳлилий дар муқоисаҳои сохторӣ ва ҳулосаҳои миқдорӣ дида мешавад. Камбудии ин усул дар мушкилии арзёбӣ, субъективӣ будани вазнҳо ба назар мерасад. Мунаққидон асосан ба вақти таҳлил ва хатари ғаразнок танқиддоранд, танҳо бо коршиносон самаранок аст, аммо метавонад низомҳои мураккабро содда кунад.

Аз таҳлилҳо мушоҳида намудан мумкин аст, ки ҳар як усул тарафҳои мусбӣ ва манфии худро дорад. Дар азназаргузаронӣ таъкид карда мешавад, ки ягон усул умумӣ нест ва самаранокии онҳо ба андозаи корхона ва захираҳо вобаста аст. Умуман, усулҳои ташкилию сохторӣ ва равандӣ ба чанбаҳои дохилӣ, усулҳои молиявӣ-иқтисодӣ ба натиҷаҳои миқдорӣ ченшаванда, усулҳои технологияҳои иттилоотӣ оид ба рақамикунонӣ, усулҳои иҷтимоӣ-психологӣ оид ба омили инсонӣ, усулҳои комплексӣ оид ба ҳамгирӣ ва усулҳои экспертӣ ба арзёбии субъективӣ нигаронида шудаанд. Баррасии интиқодии адабиёт субъективӣ, гаронбаҳо ва мутобиқшавии маҳдудро муайян намуд. Усулҳо аксар вақт барои ба даст овардани тасвири дақиқтар якҷоя карда мешаванд.

Дар саноати бофандагӣ, ки бо шиддатнокии баланди меҳнат, истеҳсоли мавсимӣ, рақобати ҷаҳонӣ ва вобастагӣ аз занҷирҳои таъминот тавсиф мешавад, арзёбии самаранокии ин ҷузъ барои баланд бардоштани рақобат, кам кардани хароҷот ва мутобиқшавӣ ба мушкилоти беруна, ба монанди пандемия ё тағйироти технологӣ муҳим аст. Арзёбӣ ба мувозинати мутамарказсозӣ/ғайримарказсозӣ, устувории қувваи корӣ ва ҳамгирӣ бо равандҳои истеҳсолий тамаркуз мекунанд.

Барои корхонаҳои бофандагӣ муҳим аст, ки ҳам нишондиҳандаҳои истеҳсолий ва ҳам кадрҳо, сифат ва идоракунии фурушро баррасӣ кунад. Аз

таҳлили усулҳои мазкур барои корхонаҳои истеҳсоли ба чунин ҳулоса омадан мумкин аст, ки дар соҳаи саноати бофандагӣ барои арзёбии самаранокии низоми идоракунӣ усулҳои гуногун, ки ҳар яке дорои ҳадафи муайян ва нишондиҳандаҳои гуногун аст, истифода бурда мешавад.

Самаранокии ташкилӣ ин қобилияти корхона барои ноил шудан ба ҳадафҳои худ бо истифодаи беҳтарини захираҳо, ба монанди захираҳои инсонӣ, молиявӣ, моддӣ ва вақт, ҳангоми кам кардани талафот ва ҳадди аксар расонидани самаранокӣ мебошад. Ин мафҳуми ҳамҷонибаест, ки то чӣ андоза бо муваффақият ба рисолат ноил шудан, стратегия ва ҳадафҳои амалиётӣ

корхона, таъмини устуворӣ ва рақобатпазириро инъикос мекунад.

Чӣ тавре, ки дар боло қайд гардид, арзёбии самаранокии низоми идоракунӣ корхона ин раванди бо муваффақият ба ҳадафҳои худ расидани корхона тавассути истифодаи беҳтарини захираҳо мебошад. Ин раванд таҳлили ҷанбаҳои гуногуни фаъолияти корхонаро дар бар мегирад, аз қабилӣ ҳосилнокӣ, самаранокии молиявӣ, қаноатмандии кормандон ва муштариён ва ҳамроҳангсозии стратегӣ. Барои андозагирии самаранокии ташкилӣ аз номгуӣ меёрҳои, ки дар ҷадвали 3 оварда шудааст, истифода мебаранд.

Ҷадвали 3 – Нишондиҳандаҳои арзёбии ҷузъи ташкилии низоми идоракунӣ дар корхона

| Меёрҳо | Моҳият ва намунаи нишондиҳанда |
|-----------------------------------|---|
| Кoeffитсиенти назоратшаванда | 1 роҳбар барои 5–7 тобеон |
| Суръати қабули қарор | Вақти миёнаи коркарди ариза (соатҳо, рӯзҳо) |
| Сарфа | Ҳарочоти идоракунӣ (% аз хароҷоти умумӣ) |
| Ба даст овардани КРІ-ҳои стратегӣ | Ҷои ҳадафҳои стратегӣ ба даст овардашуда |
| Шохиси (индекс) ҷалби кормандон | Натиҷаҳои пурсиши дохилӣ |

Сарчашма: аз тарафи муаллифон дар асоси омӯзиши адабиёти илмӣ таҳия карда шудааст

Бо дарназардошти ин, самтҳои мушкилоти муайяншуда гурӯҳбандӣ карда мешаванд, то тасаввуроти возеҳ дошта бошанд, ки кадоме аз онҳо бояд бартараф карда шавад. Зеро онҳо ба қори бомуваффақияти корхона ҳалал мерасонанд ва самтҳои, ки дар он беҳбудӣ ба натиҷаи ҳадди аксар оварда мерасонанд, муайян карда мешаванд⁸. Ҳамин тариқ, арзёбии самаранокии сохтори ташкилии идоракунӣ раванди мунтазами таҳлили он аст, ки то чӣ андоза сохтор бо ҳадафҳои корхона мувофиқат карда, тақсмоти беҳтарини захираҳо таъмин ва ба

натиҷаҳо мусоидат мекунад. Сохторҳои ташкилии идоракунӣ муосир бюрократизмро кам мекунад, муошират ва мутобиқшавӣ ба тағйиротро беҳтар мекунад. Арзёбӣ дар марҳилаҳои тарҳрезӣ, таҷдиди сохтор ё аудити мунтазам гузаронида мешавад.

Таҳлили адабиёти илмӣ дар ин соҳа нишон медиҳад, ки шакли соддатарин, вале ҳаматарафаи арзёбии самаранокии сохтори ташкилӣ истифодаи равиши меёрҳои расмӣ мебошад. Ин таҳлил ҳисобкунии нишондиҳандаҳо дар асоси параметрҳои ташкилии классикӣ дар бар мегирад (ҷадвали 4).

⁸ Резник Е.А. Ключевые факторы, влияющие на эффективность управления предприятием/Международная экономика, №11, 2018.

Ҷадвали 4 – Меъёрҳои самаранокии сохтори ташкилии идоракунии

| Меъёрҳо | Меъёр / Арзиши дилхоҳ | Усули арзёбӣ |
|--|-------------------------|--|
| Шумораи сатҳҳои идоракунии ⁹ | 3–5 (оптималӣ) | Таҳлили сохтори ташкилӣ |
| Меъёри назоратшаванда ¹⁰ | 5–8 тобеон ба як мудир | Таносуби шумораи умумии кормандон ба шумораи роҳбарони хаттӣ |
| Ҳиссаи кормандони роҳбарикунанда ¹¹ | 10–15% аз шумораи умумӣ | Таносуби шумораи кормандони роҳбарикунанда ба шумораи умумии кормандон |

Таҳқиқотчиёни назарияи классикии менечмент, ба монанди Грей, Файол ва Гулбретт нишон медиҳанд, ки менечер метавонад 5-8 зердастнро ба таври оптималӣ идора кунад. Дар сохторҳои саноатӣ, идоракунии то 10 нафар иҷозат дода мешавад, ба шарте ки қоидаҳои қатъӣ вучуд дошта бошанд. Ба ҳамин монанд, шумораи зиёди сатҳҳои идоракунии (зиёда аз 5) ба зиёд шудани вақти қабули қарорҳо, маълумоти таҳрифшуда ва сарбории бюрократӣ оварда мерасонад. Дар саноати сабук (масалан, бофандагӣ) 3-4 сатҳи уфуқии идоракунии тавсия дода мешавад. Барои саноати сабук, таносуби идоракунии зиёда аз 15-18% метавонад изофабории болоии маъмуриро нишон диҳад. Дар корхонаҳои хурд ин таносуб метавонад баландтар бошад, аммо бо афзоиши ҳаҷми истеҳсолот ва навъҳои маҳсулот, яъне диверсификация, бояд кам шавад.

Чӣ тавре ки дар боло асоснок карда шуд, сохтори идоракунии нишондиҳандаи самаранокии ҷабҳаи сохтории раванди идоракунии ба ҳисоб меравад. Бинобар ин барои корхонаи

мушаххаси саноати бофандагӣ методикаи дар боло баррасигардида мувофиқи нишондиҳандаҳои зерин ҳисоб карда мешавад (ҷадвали 5).

1. Нишондиҳандаи зинавиат - нишондиҳандаест, ки миқдори зинаҳо ё сатҳҳои идоракуниро дар сохтори ташкилии як корхона ё муассиса ифода мекунад. Ин коэффитсиент нишон медиҳад, ки то кадом андоза дар сохтори идоракунии зина ба зина ё пай дар пай қарорҳои ташкилӣ таҳия ва иҷро карда мешаванд.

$$K_z = \frac{ШЗИМ}{ШЗИБ}; \quad (1)$$

дар ин ҷо ШЗИМ - шумораи зинаҳои идоракунии дар сохтори мавҷудаи ташкилӣ;

ШЗИБ - шумораи бехтарини зинаҳои идоракунии дар сохтори ташкилӣ.

2. Коэффитсиенти самаранокии сохтори ташкилии идоракунии — ин нишондиҳандаест, ки дараҷаи

⁹ Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. — М.: Дело, 2007., Mintzberg H. Structure in Fives: Designing Effective Organizations. — Prentice-Hall, 1983., ГОСТ 31970-2013 Стандарты в области менеджмента качества. Руководство по проектированию структур управления.

¹⁰ Гулин К.А. Организация управления производственным предприятием. — М.: ИНФРА-М, 2019., Адаир Дж. Эффективный менеджмент: искусство руководства. — М.: Альпина, 2004., ГОСТ Р 51897-2011. Управление организацией. Термины и определения. 2009.

¹¹ Росстат: Статистические сборники по структуре занятости в промышленности (раздел “Лёгкая промышленность”), Методические рекомендации Минэкономразвития РФ по анализу численности аппарата управления., Кнорринг В.И. Организация и регулирование производственных систем. — М.: Экономика, 2005.

мувофиқати сохтори идоракунии корхонаро ба ҳадафҳои идоракунии инъикос мекунад. Ин коэффитсиент мефаҳмонад, ки то чӣ андоза сохтори ташкилии идоракунии дорои тавозуни байни миқдори роҳбарон, зинаҳои иерархӣ ва шумораи кормандон мебошад. Арзиши ин коэффитсиент нишон медиҳад, ки сохтори ташкилӣ чӣ гуна самаранок аст ва метавонад фоида ба даст орад.

$$K_c = \frac{D_f}{X_{it}}; \quad (2)$$

дар ин ҷо K_c - самаранокии идора;

D_f - натиҷаи ниҳоние, ки аз фаъолияти сохтори ташкилии идоракунии ба даст омадааст;

X_{it} - хароҷоти идоракунии: хароҷот барои нигоҳдории биноҳо, музди меҳнат, харид ва таъмири маблағҳо барои таҷҳизоти гуногуни идоракунии, қабул ва интиқоли иттилооти идоракунии ва дигар хароҷот барои кадрҳои роҳбарикунанда.

3. Коэффитсиенти сатҳи идорашавандагии сохтори идоракунии корхона (K_i) самаранокии сохтори ташкилиро тавсиф намуда, нишон медиҳад, ки чӣ гуна функсияҳои

идоракунии ва захираҳои идоракунии бо роҳи беҳтарин байни кормандон тақсим карда мешаванд. Он муносибати байни шумораи кадрҳои роҳбарикунанда ва шумораи умумии кормандон ё дигар нишондиҳандаҳои самараро инъикос менамояд.

$$K_i = \frac{Ш_p}{Ш_u}; \quad (3)$$

дар ин ҷо $Ш_p$ — шумораи кадрҳои роҳбарикунанда (роҳбарон, маъмурият, мутахассисони идоракунии).

$Ш_u$ — шумораи умумии кормандони корхона.

Натиҷаҳо. Тасмим гирифта шуд, ки барои муайян кардани дурустии нишондиҳандаҳои мазкур ва муайян кардани самаранокии низоми идоракунии таҳлил дар яке аз корхонаҳои истеҳсолии пешрафтаи вилояти Суғд, ҚДММ «САТН» гузаронида шавад (ҷадвали 5).

Ҷадвали 5 - Нишондиҳандаҳои самаранокии низоми ташкилии идоракунии корхона

| Нишондиҳандаҳо | Тавсиф | Ишора |
|--|--|-------|
| Нишондиҳандаи зинавиат (шумораи зинаҳои идоракунии) | Шумораи зинаҳои идоракунии мавҷудаи сохтори ташкилӣ / шумораи беҳтарини зинаҳои идоракунии | K_z |
| Коэффитсиенти самаранокии сохтори ташкилии идоракунии | Дараҷаи мувофиқати сохтори идоракунии корхонаро ба ҳадафҳои идоракунии инъикос мекунад | K_c |
| Коэффитсиенти сатҳи идоракунии (шумораи тобеон ба як роҳбар) | Нисбати миқдори кормандони идоракунанда ба миқдори умумии кормандон | K_i |

Сарчашма: аз тарафи муаллифон дар асоси омӯзиши маълумотҳо таҳия карда шудааст

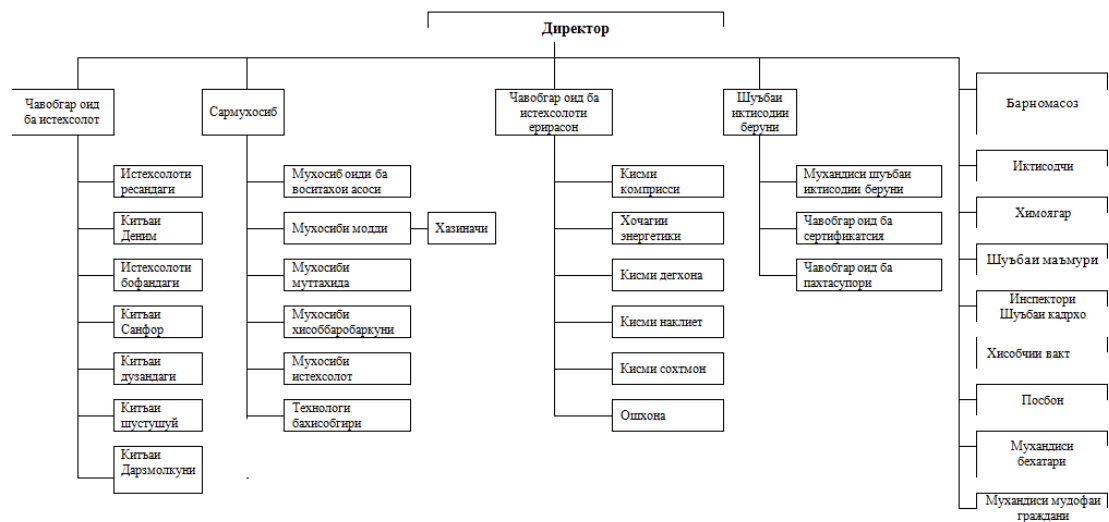
Яке аз корхонаҳои калонтарин дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон ҚДММ «САТН» мебошад. Асоси истеҳсолоти ҚДММ «САТН»-ро ришта, рангсозӣ, ороиши матоъ, пардоздиҳии

либос ташкил медиҳад. ҚДММ «САТН» 27 июли соли 2000 дар Вазорати молия ва Вазорати адлияи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар асоси Шартнома байни ҚСК «Абрешим» ва корхонаи тоҷику

амрикоии “CARRERA” ба қайд гирифта шудааст. Харидорони асосии ҚДММ “САН” корхонаи амрикоии “CARRERA” мебошанд. ҚДММ «САН» коркарди амиқи нахи пахтаро аз пахтаи хоми қабулшуда то маҳсулоти тайёр: ресандагӣ, бофандагӣ, рангуборкунӣ, коркарди матоъ, дӯхтани либос, шустушӯӣ, коркарди тар-гармӣ, фурӯши маҳсулоти тайёр анҷом медиҳад. Маҳсулоти асосии ҚДММ «САН» шим, куртаҳо, шортҳо, бермуд ва либосҳои кӯдакона мебошад. Ашӯи хом ва масолеҳ асосан ҳам аз таҳвилгарони давлатҳои хориҷа ва ҳам аз таҳвилгарони дохила таъмин карда мешаванд. Мисол: нахи пахта асосан аз тарафи таҳвилгарони бозори дохила дастрас шуда, кимиёвӣҳо, рангҳо, лавозимоти ёрирасон, ришта бошад, аз Итолиё, Русия, Юнон ва Чин таъмин мешаванд.

Ҷоиз ба қайд аст, ки яке аз омилҳои асосие, ки ба ҷолибияти

сармоягузори корхона таъсир мерасонад, ин сохтори идоракунии он мебошад. Сохтори ташкилии идоракунии корхона низомест, ки иерархия, тақсими вазифаҳо, ваколатҳо ва масъулиятҳо байни шӯбаҳо ва кормандон муайян мекунад. Он тартиби ҳамкориро дар дохили корхона барои таъмини ноил шудан ба ҳадафҳои корхона муқаррар мекунад. Дар ҚДММ “САН” сохтори ташкилӣ аз рӯи принципи хатӣ-функционалӣ сохта шудааст¹². Ҷор зинаи идоракунӣ мавҷуд мебошад. Ба ғайр аз ин шумораи зиёди кормандон бевосита ба ҳуди роҳбари корхона тобеъ ҳастанд. Ваколатҳо дар корхона чунин мебошад, ки масъулияти роҳбари боло ҳуқуқ ва уҳдадорӣ ҳамаи роҳбарони поёниро пура ба худ мегирад.



Расми 2. Сохтори ташкилии ҚДММ “САН”

¹² Негматова М.И., Қаюмова С.А., Олимова Л.Э. Таъсири омилҳои низоми идоракунӣ ба ҷолибияти сармоягузори корхонаҳои Тоҷикистон. Паёми ДПДТТ ба номи академик М.С. Осими. 2024. № 4 (33). С. 126-143.

Тибқи сохтори ташкилии ҶДММ «САТН» мушоҳида мешавад, ки ба роҳбарии як мудирӣ функционалӣ шумораи зиёди мутахассисон воғузур шудааст, ки метавонад ба самаранокии сифати кор таъсир расонад.

Бинобар ин, тасмим гирифта шуд, ки самаранокии низоми идоракунии ҶДММ “САТН” бо истифода аз нишондиҳандаҳои самаранокии низоми идоракунии ҳисоб ва таҳлил карда шавад (ҷадвали 6).

Ҷадвали 6 - Нишондиҳандаҳои самаранокии низоми ташкилии идоракунии корхона

| Нишондиҳанда | 2021 | 2022 | 2023 | Арзиши тавсияшуда |
|---|-------|--------|--------|-------------------|
| Ҳаҷми фурӯш | | | | |
| Ҳаҷми фурӯш, ҳазор сомонӣ. | 96085 | 110188 | 106287 | >0 |
| Ҷоидаи соф, ҳазор сомонӣ | 1071 | 1450 | 4440 | >0 |
| Самаранокии низоми ташкилии идоракунии корхона | | | | |
| Нишондиҳандаи зинавият (шумораи зинаҳои идоракунии) | 6 | 6 | 6 | 7 |
| Кoeffитсиенти самаранокии сохтори ташкилии идоракунии | 0,16 | 0,22 | 0,69 | >1 |
| Кoeffитсиенти сатҳи идорашавандагӣ | 0,081 | 0,083 | 0,1 | =0,1 |

Сарчашма: дар асоси ҳисоботи ҶДММ «САТН» аз тарафи муаллифгон арзёбӣ гардида

Муҳокима. Аз натиҷаи таҳлили ҷадвали 6, ки нишондиҳандаҳои самаранокии низоми ташкилии идоракунии корхонаро барои солҳои 2021–2023 инъикос менамояд, чунин хулосаҳо ба-ровардан мумкин аст: ҳаҷми фурӯш дар соли 2022 зиёд шуд (+14,6% нисбат ба соли 2021), вале дар соли 2023 (-3,5% нисбат ба соли 2022) кам шуд. Бо вучуди ин, нишондиҳанда мусбат боқӣ мемонад (>0), ки ба арзиши тавсияшуда мувофиқат мекунад. Ҷоидаи соф, махсусан дар соли 2023 афзоиши устуворро нишон медиҳад. Сарфи назар аз коҳиши ҳаҷми фурӯш дар соли 2023 он беҳбудии нишондодҳои молиявии корхонаро нишон медиҳад.

Дар солҳои таҳлилшудаи 2021–2023 нишондиҳандаи зинавият (шумораи зинаҳои идоракунии) муътадил (6) боқӣ мемонад. Новобаста аз он, ки арзиши тавсиявии нишондиҳандаи мазкур (7) мебошад, нишондиҳанда аз сатҳи тавсияшуда дар поён боқӣ мондааст. Ин метавонад маънои онро дошта бошад, ки сохтори идоракунии нисбатан содда аст,

аммо барои ноил шудан ба самаранокии беҳтарин шояд зарурати илова кардани як зинаи идоракунии вучуд дошта бошад.

Кoeffитсиенти самаранокии сохтори ташкилии идоракунии дар давоми се соли охир ба таври назаррас беҳтар шуд, вале то ҳол аз сатҳи тавсияшуда (>1) паст аст. Ин аз тадриҷан беҳтар шудани самаранокии идоракунии шаҳодат медиҳад, вале корхона ҳанӯз аз имконияти сохтори ташкилии худ пурра истифода намебарад. Барои беҳтаргардонии равандҳои идоракунии чораҳои иловагӣ лозиманд.

Дар соли 2023 коoeffитсиенти сатҳи идорашавандагӣ ба арзиши тавсияшуда (0,1) расид, ки аз сатҳи мутавозини идоракунии шаҳодат медиҳад. Ин натиҷаи мусбат буда, аз тақсими мувофиқи вазифаҳои идоракунии ва назорат шаҳодат медиҳад.

Хулоса. Дар ниҳоят, метавон ба хулосае омад, ки самаранокии низоми идоракунии корхона ин қобилияти сохтори ташкилӣ ва равандҳои идоракунии барои ноил шудан ба ҳадафҳои

корхона бо сарфи ҳадди ақали захираҳои молиявӣ, инсонӣ ва вақт мебошад. Он инъикоскунандаи то чӣ андоза низоми идоракунии самаранок ва манфиатнок фаъолият менамояд, то ки рушди устувор ва рақобатпазирии корхона таъмин гардад.

Чанбаҳои асосии самаранокии низоми идоракунии корхона ин самаранок истифодабарии захираҳо, қобилияти зуд ҷавоб додани низоми идоракунии ба тағйироти муҳити беруна ва дохила, идоракунии ва назорат ва ченкунии нишондиҳандаҳо бо воситаи нишондиҳандаҳои натиҷаи молиявӣ, коэффитсиенти сатҳи идорашавандагӣ ва коэффитсиенти самаранокии сохтори ташкилӣ мебошад. Дар натиҷаи тадқиқот маълум гашт, ки унсурҳои калидии низоми идоракунии, ки ба самаранокии он таъсир мерасонад, ин сохтори идоракунии, раванди идоракунии, иқтидори кадрӣ, технологияҳо ва рақамикунонӣ мебошад.

Дар навбати худ барои арзёбии низоми ташкилии идоракунии корхона усулҳои гуногун, ба монанди таҳлили SWOT, таҳлили равандҳои тичорат бо истифода аз асбобҳо, ба монанди BPMN ва ё IDEF, усули “Lean”, усули KPI ва амсоли онҳо истифода бурда шудаанд.

Дар саноати бофандагӣ, ки бо шиддатнокии баланди меҳнат, истеҳсоли мавсимӣ, рақобати ҷаҳонӣ ва вобастагӣ аз занҷирҳои таъминот тавсиф мешавад,

арзёбии самаранокӣ барои баланд бардоштани рақобат, кам кардани харочот ва мутобиқшавӣ ба мушкилоти дохилаву беруна хеле муҳим аст.

Барои корхонаҳои бофандагӣ муҳим аст, ки ҳам нишондиҳандаҳои истеҳсолӣ ва ҳам кадрҳо, сифат ва идоракунии фурушро баррасӣ кунад. Аз таҳлили усулҳои мазкур барои корхонаи истеҳсолӣ ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки дар соҳаи саноати бофандагӣ барои арзёбии самаранокии низоми идоракунии усулҳои гуногун истифода шуда, ҳар яке дорои ҳадафи муайян ва нишондиҳандаҳои гуногун аст.

Ҳамин тариқ, самаранокии низоми идоракунии корхона нишондиҳандаи ҳамаҷониба мебошад, ки қобилияти низомро барои ноил шудан ба ҳадафҳо бо харочоти камтарин ва натиҷаҳои максималӣ инъикос мекунад. Барои баланд бардоштани самаранокӣ сохтори ташкилӣ, беҳтаркунии равандҳо ва татбиқи технологияҳои муосири идоракунии зарур аст.

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

1. Авезова М.М. *Инновационная модель устойчивого развития экономики Таджикистана: стратегия, приоритеты, ресурсы. Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2017. № 3 (4). С. 83-96.*
2. Виханский О.С., Наумов А.И. *"Менеджмент"*. — М.: Гардарики, 2006.
3. Гаджинский А.М. *"Организация, нормирование и оплата труда"*. — М.: ИНФРА-М, 2007.
4. Глушков В.М. *"Основы организации и управления производственными системами"*, М.: Наука, 1980.
5. Гулин К.А. *Организация управления производственным предприятием*. — М.: ИНФРА-М, 2019., Адаир Дж. *Эффективный менеджмент: искусство руководства*. —

М.: Альпина, 2004., ГОСТ Р 51897-2011. Управление организацией. Термины и определения. 2009.

6. Қайумова А.А., Аvezова М.М. Таҳлил ва баҳогузори омилиҳои самаранокии ғабӯлияти корхонаҳо дар асоси идоракунии хароҷот. Паёми ДПДТТ ба номи академик М.С. Осими. 2020. № 3 (16). С. 68-78.

7. Қайумова С.А. Ҷанбаҳои назариявӣ ва методии баҳодиҳӣ ба самаранокии идоракунии минтақавӣ. Паёми ДПДТТ ба номи академик М.С. Осими. 2024. № 1 (30). С. 99-109.

8. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. — М.: Дело, 2007., Mintzberg H. *Structure in Fives: Designing Effective Organizations*. — Prentice-Hall, 1983., ГОСТ 31970-2013 Стандарты в области менеджмента качества. Руководство по проектированию структур управления.

9. Негматова М.И., Қайумова С.А., Олимова Л.Э. Таъсири омилҳои низоми идоракунии ба ҷолибияти сармоягузори корхонаҳои Тоҷикистон. Паёми ДПДТТ ба номи академик М.С. Осими. 2024. № 4 (33). С. 126-143.

10. Резник Е.А. Ключевые факторы, влияющие на эффективность управления предприятием/Международная экономика, №11, 2018.

11. Росстат: Статистические сборники по структуре занятости в промышленности (раздел "Лёгкая промышленность"), Методические рекомендации Минэкономразвития РФ по анализу численности аппарата управления., Кнорринг В.И. Организация и регулирование производственных систем. — М.: Экономика, 2005.

12. Соколова А.П., Юрова А. Д // Управление эффективностью предприятий / Вестник Академии знаний №36 (1), 2020/ С228-233.

References

1. Avezova M.M. *Innovative model of sustainable development of the economy of Tajikistan: strategy, priorities, resources. Bulletin of PITTU named after academician M.S. Osimi. 2017. No. 3 (4). P. 83-96.*

2. Vikhansky O.S., Naumov A.I. "Management". - Moscow: Gardariki, 2006.

2. Gadzhinsky A.M. "Organization, Standardization, and Remuneration". - Moscow: INFRA-M, 2007.

3. Glushkov V.M. "Fundamentals of Organization and Management of Production Systems", Moscow: Nauka, 1980.

4. Gulin K.A. *Organization of Management of a Manufacturing Enterprise*. - Moscow: INFRA-M, 2019., Adair J. *Effective Management: the Art of Leadership*. - Moscow: Alpina, 2004., ГОСТ Р 51897-2011. *Organization Management. Terms and Definitions*. 2009.

5. Kayumova A.A., Avezova M.M. *Analysis and assessment of factors of efficiency of enterprises based on cost management. Bulletin of PITTU named after academician M.S. Osimi. 2020. No. 3 (16). pp. 68-78.*

6. Kayumova S.A. *Theoretical and methodological aspects of assessing the effectiveness of regional management. Bulletin of PITTU named after academician M.S. Osimi. 2024. No. 1 (30). pp. 99-109.*

7. Meskon M., Albert M., Khedouri F. *Fundamentals of management*. - М.: Delo, 2007., Mintzberg H. *Structure in Fives: Designing Effective Organizations*. - Prentice-Hall, 1983., ГОСТ 31970-2013 *Standards in the field of quality management. Guide to Designing Governance Structures*.

8. Negmatova M.I., Kayumova S.A., Olimova L.E. *The impact of management system factors on the investment attractiveness of Tajik enterprises. Bulletin of PITTU named after academician M.S. Osimi. 2024. No. 4 (33). pp. 126-143.*

9. Reznik E.A. Key factors influencing the efficiency of enterprise management/*International Economics*, No. 11, 2018.

10. Rosstat: Statistical digests on the structure of employment in industry (section "Light industry")., *Methodological recommendations of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation for the analysis of the number of management personnel.*, Knorrning V.I. Organization and regulation of production systems. - Moscow: *Economica*, 2005.

11. Sokolova A.P., Yurova A.D // *Enterprise efficiency management / Bulletin of the Academy of Knowledge* No. 36 (1), 2020/ P228-233.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Авезова Махбуба Мухамедовна – доктор экономических наук, профессор кафедры, кафедра инженерной экономики и менеджмента, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, <https://orcid.org/0000-0002-6118-8321>; SPIN-код (РИНЦ): 8727-9534, avezova@rambler.ru

Қаюмова Сурайё Абдуазимовна - старший преподаватель, кафедра финансы и кредит, Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика М.С.Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, suraida@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности организационной структуры системы управления предприятия текстильной промышленности в условиях экономической нестабильности. Обоснована роль оптимальной организационной системы как ключевого фактора обеспечения устойчивого и конкурентоспособного развития предприятия. Раскрыто содержание эффективности организационной структуры управления как комплексной характеристики, отражающей способность системы достигать поставленных целей с минимальными затратами. Проанализированы основные показатели, влияющие на эффективность управления, включая количество уровней управления, степень централизации, стандарты контроля, а также факторы, определяющие их формирование: численность персонала, объем выполняемых работ, уровень автоматизации и квалификация сотрудников. Выявлены основные проблемы неэффективных организационных структур, такие как дублирование функций, рост управленческих расходов и снижение производительности труда. В рамках исследования рассмотрены методы оценки эффективности системы управления и предложены показатели результативности организационной структуры. Практическая часть работы основана на анализе деятельности швейного предприятия ООО «САТН» Согдийской области. Результаты исследования могут быть использованы руководителями и специалистами предприятий текстильной и швейной промышленности, органами отраслевого управления при разработке и совершенствовании организационных структур управления, направленных на повышение эффективности деятельности предприятий.

Ключевые слова: эффективность, система управления, организационная составляющая, скорость принятия решений, методы оценки, показатели эффективности управления.

EFFICIENCY OF THE ORGANIZATIONAL MANAGEMENT STRUCTURE OF A TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES UNDER CONDITIONS OF ECONOMIC INSTABILITY

Avezova Mahbuba Mukhamedovna – Doctor of Economics, Professor, Department of Engineering Economics and Management, Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, <https://orcid.org/0000-0002-6118-8321>; SPIN code (RSCI): 8727-9534, avezova@rambler.ru

Kayumova Surayo Abduazimovna - senior teacher of the Finance and Credit Department, Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, suraida@mail.ru

Abstract. *The article examines issues related to improving the efficiency of the organizational structure of the management system of a textile industry enterprise under conditions of economic instability. The role of an optimal organizational system as a key factor in ensuring sustainable and competitive enterprise development is substantiated. The essence of the efficiency of the organizational management structure is revealed as a comprehensive characteristic reflecting the system's ability to achieve its objectives with minimal costs. The main indicators influencing management efficiency are analyzed, including the number of management levels, the degree of centralization, control standards, as well as the factors determining their formation: staff size, volume of work performed, level of automation, and employees' qualifications. The key problems of inefficient organizational structures are identified, such as duplication of functions, increased administrative costs, and reduced labor productivity. Within the framework of the study, methods for evaluating the effectiveness of the management system are considered, and performance indicators of the organizational structure are proposed. The practical part of the study is based on the analysis of the activities of the garment enterprise "SATN" LLC in the Sughd region. The results of the study can be used by managers and specialists of textile and garment industry enterprises, as well as by sectoral management bodies in the development and improvement of organizational management structures aimed at enhancing enterprise performance.*

Keywords: *management system efficiency, organizational sustainability component, decision-making speed, management system evaluation methods, management efficiency indicators.*

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ДИВЕРСИФИКАЦИИ НА ОБЪЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мансурова Мафтунахон Гуфроновна – кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра инженерной экономики и менеджмента, Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, m_88mansurova@mail.ru

Аннотация. В статье проведена оценка диверсификации промышленности и исследовано её влияние на объём промышленного производства на душу населения. Исследование основывается на проведении сравнительной оценки диверсификации промышленности региона и её влияния на устойчивое развитие за семилетний период с последующим расширением временного интервала до десяти лет, что позволяет выявить динамику показателей и оценить изменения в последние три года. Представлен краткий анализ существующих методических подходов к измерению диверсификации промышленности. В целях обеспечения сопоставимости результатов использована единая методика Херфиндаля-Хиримана для расчёта коэффициента диверсификации. Анализ зависимости между коэффициентом диверсификации и объёмом промышленного производства на душу населения за период 2014–2021 гг. выявил наличие устойчивой линейной взаимосвязи, что характеризует преимущественно экстенсивный характер структурных изменений в промышленности региона. Расширение временного горизонта исследования до 2024 г. за счёт включения более поздних наблюдений позволило выявить изменение характера данной зависимости: она приобретает нелинейную, экспоненциальную форму, отражающую усиление кумулятивного и мультипликативного эффекта диверсификации. Полученные результаты свидетельствуют о переходе промышленности региона к более зрелому этапу развития, при котором структурная диверсификация начинает выступать фактором ускоренного роста промышленного производства. В целом установлено, что углубление диверсификации способствует повышению уровня развития промышленности региона.

Ключевые слова: диверсификация промышленности, линейная зависимость, экспоненциальная зависимость, оценка, объём производства, промышленная продукция, корреляционно-регрессионный анализ.

Введение. В условиях стремительной и широкомасштабной цифровизации, трансформирующей мировую экономику, повышается уязвимость хозяйствующих субъектов. Страны и регионы производящие ограниченный круг продуктов или имеющие большую долю сырьевых сегментов, оказываются менее гибкими и более подверженными внешним рискам.

В докладе Генерального секретаря Комиссии по науке и технике в целях развития на двадцать восьмой сессии ООН (от 7-11 апреля 2025 года) на тему «Диверсификация экономики в мире

ускоренной цифровизации» отмечается, что диверсификация экономики необходима для обеспечения устойчивого развития и является ключевым элементом Цели 9 в области устойчивого развития¹. Также в докладе отмечается, что диверсификация экономики должна стать неотъемлемой частью всех национальных стратегий, экономика которых будет

¹ Доклад Генерального секретаря Комиссии по науке и технике в целях развития // Диверсификация экономики в мире ускоренной цифровизации // Двадцать восьмая сессия // Женева 7-11 апреля 2025 года 21с.

более устойчива к внешним экономическим потрясениям и позволит создать подходы для долгосрочного экономического роста. В настоящее время с целью стабилизации роста торговли и доходов, зависящих от цены и объёма, диверсификация экономики становится ключевым приоритетом экономической политики в странах-производителях сырьевых товаров. Существует глобальный консенсус в отношении того, что экономика стран и регионов в значительной степени, зависящая от эксплуатации своих природных ресурсов и сырьевых товаров, демонстрирует менее устойчивый рост. Их производство и экспорт по-прежнему в значительной степени сосредоточены в секторах с ограниченными возможностями роста и меньшими перспективами внедрения передовых технологий.

Как известно, устойчивое развитие экономики включает в себя процесс структурной трансформации промышленности, который заключается в переориентации производства с относительно более простых на диверсифицированные и сложные технологии. Это требует вовлечения в производство наукоемких ресурсов, которые и создают на выходе более высокую добавленную стоимость.

Диверсификация экономики - это процесс, зависящий от пройденного пути, в котором новые виды экономической деятельности опираются на потенциал уже существующих видов деятельности². Поэтому для выявления степени диверсифицированности экономики страны и его регионов необходимо определить тренд и оценить её текущий уровень. В 2025 году с целью измерить, сравнить и проанализировать уровень экономической диверсификации стран мира, Прасад А., Субрамани К., Рефасс

С., Саиди Н., Салем Ф., Шепард Б.³ рассчитали индекс экономической диверсификации (EDI) для группы стран. EDI - это комплексный показатель, отражающий, насколько каждая страна диверсифицирована по секторам экономики и источникам доходов.

В связи с вышеизложенным становится актуальным проведение оценки диверсификации промышленности как одной из ключевых и приоритетных отраслей экономики страны или региона. Промышленная диверсификация - это отдельный объект анализа, и её корректная оценка требует отраслевых данных и специализированных индексов, а не только общих макроэкономических показателей. Изучение литературы показывает, что проведение оценки уровня диверсификации связано с некоторыми сложностями, такими как отсутствие единых подходов при классификации отраслей, сбора данных и их сопоставимости, игнорирование качества и технологического уровня.

Целью настоящего исследования является оценка уровня диверсификации промышленности и её влияние на устойчивое развитие экономики региона.

Теория и методы. В настоящее время в исследованиях зарубежных экономистов уделяется пристальное внимание вопросам методологического характера, обоснованности применяемых инструментов, степени конкретизации результатов, а также характеру применяемых математических алгоритмов для определения диверсификации промышленности в используемом наборе факторов. Исследователями Albert O. Hirschman, Orris C. Herfindahl, Henri Theil⁴ предложен классический струк-

² Hausmann R, Hwang J and Rodrik D, 2007, *What you export matters*, *Journal of Economic Growth*, 12(1):121-25.

³ Aathira Prasad, Keertana Subramani, Salma Refass, Dr. Nasser Saidi, Dr. Fadi Salem, Dr. Ben Shepherd.

⁴ Hirschman A.O. *National Power and the Structure of Foreign Trade*. - Berkeley: University of California Press, 1945.- 198 p.

турный подход определения диверсификации через коэффициент концентрации (чем ниже концентрация, тем выше диверсификация), отражающий насколько экономика диверсифицирована по секторам производства, источникам ВВП, экспорту товаров и услуг. При расчёте используются такие параметры, как доля занятости населения, объёмы производства отраслей в исследуемом хозяйствующем субъекте.

Уровень диверсификации в соответствии с этим подходом вычисляется по нижеследующей формуле:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n Si^2 \quad (1)$$

где: **D** – коэффициент диверсификации экономики;

i – объекты (отрасли, производства, наименование товаров и др.);

n – число изучаемых объектов;

Si² – доля объекта в общем объёме производства, в %.

Следует отметить, что положительной стороной настоящего подхода является простота и сопоставимость изучаемых величин, однако игнорируется технологический уровень развития и межотраслевые связи.

Исследователи Уолтер Айзард, Эдгар Гувер и Френк Джарратани⁵ использовали индекс энтропии для расчета региональной и промышленной диверсификации. Этот метод основан на анализе отраслевой структуры экономики региона и отражает разнообразие состава отраслей.

$$E = \sum_{i=1}^n Si \ln \left(\frac{1}{Si} \right), \quad (2)$$

где: **E** – индекс энтропии;

ln – вес отрасли;

n – число изучаемых отраслей в регионе;

Si – доля *i*-ой отрасли в общем объёме производства, в %.

Значение энтропии возрастает по мере увеличения числа отраслей и равномерности их распределения, достигая максимума при равных долях отраслей.

Авторами Рон Бошма и Кон Френкен⁶ была предложена формула нахождения общей диверсификации промышленности. Особенностью этой методики является выявление коэффициента диверсификации на основе расчета связанной и несвязанной диверсификации промышленности.

$$E_{total} = E_{unrelated} + E_{related} \quad (3)$$

где: **E_{total}** – общий коэффициент диверсификации;

E_{unrelated} – несвязанная диверсификация;

E_{related} – связанная диверсификация.

Настоящий подход основан на декомпозиции показателя энтропии отраслевой структуры на связанную и несвязанную составляющие. Связанная диверсификация отражает степень технологической схожести отраслей внутри региона и рассматривается как ключевой фактор инновационного развития и экономического роста, тогда как несвязанная повышает устойчивость экономики региона к внешним шокам. В отличие от других подходов для применения настоящего метода важно учитывать не только количество отраслей, но и степень их технологической родственности. Формула несвязанной диверсификации имеет вид:

⁵ Isard W, *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science* 1960.

⁶ Frenken K., Van Oort., Verburg T. *Related Variety Unrelated Variety and regional Economic Growth* 2007.

$$UV = -\sum_{g=1}^G Sg \ln Sg \quad (4)$$

где: UV – коэффициент несвязанной диверсификации;

Sg – удельный вес группы.

Связанная диверсификация отражает разнообразие внутри технологически родственных отраслей. Формула связанной диверсификации имеет вид:

$$RV = \sum_{g=1}^G Sg \left(-\sum_{i \in g} \frac{sig}{Sg} \ln \frac{sig}{Sg} \right) \quad (5)$$

$$Sig = \frac{Yig}{\sum_g \sum_i Yig} \quad (6)$$

где: RV – коэффициент связанной диверсификации;

Sig – доля отрасли.

По мнению ученых, диверсификация промышленности не приравнивается к общей экономической диверсификации и важна технологическая связность отраслей, которая не имеется в макроэкономических показателях. Кроме того, следует отметить роль исследователей Дж. Имбс и Р.Ваксиарг показавшим U-образную связь между доходом и диверсификацией⁷. Исследователи McMillan и Rodrik связали диверсификацию с ростом производительности через структурные сдвиги⁸.

Янош Сзирман считает, что диверсификация промышленности является ключевым механизмом индустриализации развивающихся стран и «устойчивый рост в развивающихся странах невозможен без диверсифицированной промышленной структуры, прежде всего в обрабатывающей промышленности». Автор доказывает, что расширение и усложнение структуры обрабатывающей промышленности способствует росту производительности, ускоряет технологическое обучение и снижает макроэкономические риски, тем самым формируя основу устойчивого экономического роста.

$$\Delta Y = \sum \Delta Si * (pi - p) \quad (7)$$

где: Si – доля отрасли;

pi – производительность отрасли;

p – средняя производительность.

⁷ Авезова М. М., Мансурова М. Г. Сравнительная терминологическая характеристика процессов инновации и диверсификации для целей устойчивого развития // Вестник ПИГТУ имени академика М.С. Осими. 2024. № 1 (30). С. 62-75.

⁸ McMillan M., Rodrik D., Verduzco-Gallo Í. Globalization, structural change, and productivity growth, with an update on Africa // World development. – 2014. – Т. 63. – С. 11-32.

Анализ методических подходов при изучении литературы показал, что наиболее распространенным и относительно объективным применительно к реалиям изучаемого региона является метод Херфиндаля Хиршмана. Нахождение индекса диверсификации по этому методу является простым и доступным в отличие от других описанных методик. Кроме того, предыдущие исследования по оценке диверсификации промышленности региона также были проведены с использованием метода Херфиндаля-Хиршмана.

Исследование основывается на проведении сравнительной оценки диверсификации промышленности региона и её влияния на устойчивое развитие за семилетний период с последующим

расширением временного интервала до десяти лет, что позволяет выявить динамику показателей и оценить изменения в последние три года. Настоящая работа осуществлена в два этапа: первоначально была изучена взаимосвязь уровня диверсификации и промышленности в целом, а на втором этапе для выявления устойчивых тенденций и краткосрочных трансформаций был проведен анализ взаимосвязи диверсификации и устойчивого развития добывающей и обрабатывающей промышленности. Результаты первого этапа исследования приведены в настоящей работе. В таблице 1 показана динамика объёмов производства промышленности региона за 2014-2024 г.г. в ценах соответствующих лет.

Таблица 1 - Динамика объемов производства промышленности Согдийской области Таджикистана, млн сомони

| Годы | Объём промышленной продукции | Минерально-добывающая промышленность | Обрабатывающая промышленность |
|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2014 | 3570,13 | 1154,3 | 2415,8 |
| 2015 | 4662,57 | 1285,8 | 3376,7 |
| 2016 | 2941,16 | 2506,8 | 4343,2 |
| 2017 | 9728,31 | 4050,0 | 5678,3 |
| 2018 | 10655,1 | 3969,4 | 6685,7 |
| 2019 | 12036,5 | 3686,3 | 8350,5 |
| 2020 | 14447,9 | 2859,1 | 11588,8 |
| 2021 | 19792,0 | 6500,9 | 13291,1 |
| Изменения 2021/2014 | 5,54 | 5,63 | 5,50 |
| 2022 | 22791,9 | 7183,3 | 15608,6 |
| 2023 | 24245,9 | 7467,3 | 16778,6 |
| 2024 | 28278,0 | 11033,9 | 17244,1 |
| Изменения 2024/2021 | 1,42 | 1,70 | 1,30 |

Источник: Главное управление Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан в Согдийской области, Статистический ежегодник 2025 Худжанд: АСПРТ – 2025 – С. 189-200.

Из данных таблицы 1 видно, что в регионе за исследуемые годы наблюдался устойчивый долгосрочный рост промышленного производства. Резкий ска-

чок в динамике объёмов производства происходит в 2017 году, который сохраняется в последующие годы. Объём промышленного производства в 2021

году по сравнению с 2014 годом увеличился на 5,54 раза, что характеризует увеличение инвестиционной активности. Объем добывающей промышленности увеличился с 1154,3 млн. сомони в 2014 г. до 6500,9 млн. сомони в 2021г., что составляет 63% и к 2024 году настоящий показатель повышается до 70% по сравнению с 2021 годом. Это свидетельствует об активизации добычи полезных ископаемых преимущественно неэнергетических материалов, используемых в строительной отрасли и усиление сырьевой направленности промышленности региона.

На основании значений объемов производства обрабатывающей промышленности наблюдается тенденция увеличения с 2415,8 млн.сомони в 2014 г. до 13291,1 млн.сомони в 2021 г., т.е. 5,5 раза. В 2024 году объем составил 17244,1 млн.сомони, что на 30% выше уровня

2021 года. Темпы роста добывающей промышленности в 2021-2024 гг. несколько превышают темпы роста обрабатывающей, что может свидетельствовать о некотором усилении сырьевой ориентации. Однако обрабатывающая промышленность сохраняет значительную долю в общем объеме производств, что положительно влияет на устойчивость экономики региона.

В соответствии с проведенным выше анализом методик для оценки уровня диверсификации промышленности Согдийской области в работе была использована формула Херфиндаля Хиршмана. С целью определения влияния уровня диверсификации был рассчитан объем производства промышленной продукции на душу населения, исходные данные для которого приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Динамика уровня диверсификации и объема производства промышленной продукции на душу населения

| Годы | Коэффициент диверсификации | Объем производства промышленной продукции на душу населения, тыс.долл/чел (в сопоставимых ценах) |
|--------------------------------------|----------------------------|--|
| 2014 | 0,67 | 0,326 |
| 2015 | 0,68 | 0,322 |
| 2016 | 0,67 | 0,360 |
| 2017 | 0,73 | 0,340 |
| 2018 | 0,78 | 0,474 |
| 2019 | 0,74 | 0,455 |
| 2020 | 0,73 | 0,436 |
| 2021 | 0,78 | 0,500 |
| Среднее значение за 2014-2021 | 0,72 | 0,402 |
| 2022 | 0,79 | 0,768 |
| 2023 | 0,78 | 0,791 |
| 2024 | 0,79 | 0,916 |
| Среднее значение за 2014-2024 | 0,77 | 0,831 |

Рассчитано по: Статистический ежегодник Согдийской области – Худжанд: АСПРТ, 2025. - С.8,167,168,169,170; Промышленность Республики Таджикистан - Душанбе, АСПРТ, 2025. - С. 89

Основываясь на данных таблицы 2 можно отметить, что среднее значение

коэффициента диверсификации в целом по промышленности Согдийской обла-

сти за 2014-2021 гг. составило 0,72 или 72%, а за 2021-2024 году повышается до 0,77, что свидетельствует об увеличении разнообразия структуре промышленности. В соответствии с градацией Тургановой Л.В. рассчитанный коэффициент диверсификации промышленности имеет уровень выше среднего. Отклонение средней величины коэффициента дивер-

сификации от максимального значения составляет всего 23%.

На рисунках 1, 2 наглядно показана взаимосвязь объёмов производства промышленности на душу населения и коэффициента диверсификации в разные периоды.

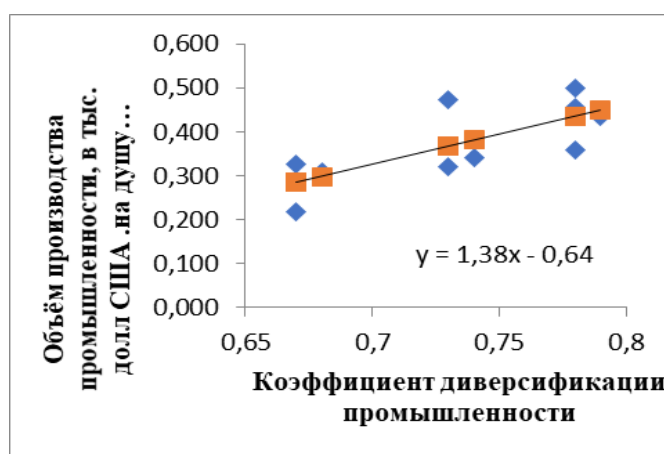


Рисунок 1. Взаимосвязь коэффициента диверсификации и объёма производства промышленности Согдийской области РТ за 2014-2021гг^{9,10}.

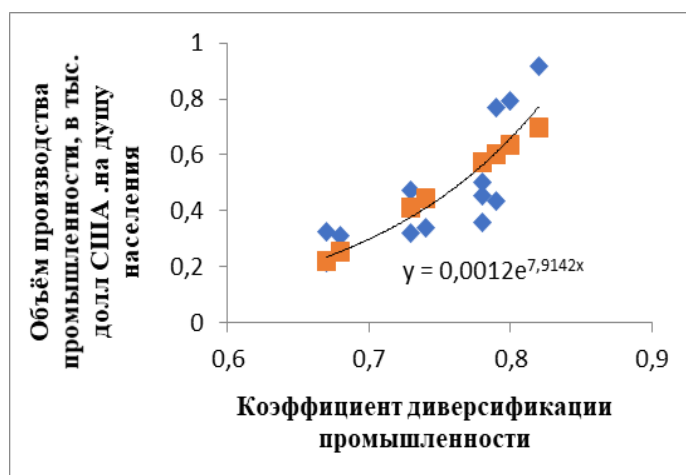


Рисунок 2. Взаимосвязь коэффициента диверсификации и объёма производства промышленности Согдийской области РТ за 2014-2024гг.

⁹ Мансурова М. Г. Оценка уровня диверсификации промышленности Согдийской области Республики Таджикистан // *Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции.* № 4 (60) 2022. – С. 61.

¹⁰ Мансурова М.Г. Модель формирования траектории устойчивого экономического развития промышленности региона в контексте диверсификации// *Авезова М.М., Урунов А.А., Усманов Д.И., Мансурова М.Г.// Экономика, предпринимательство и право.* 2024. Т. 14. № 5. С. 1879-1892.

Результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа между коэффициентом диверсификации и объемами производства промышленности на душу населения региона показывают наличие прямой пропорциональной связи между рассматриваемыми показателями. Увеличение коэффициента диверсификации на одну единицу сопровождается ростом объема промышленного производства в среднем на 1,38 долл. США на душу населения. Это указывает на доминирование линейного эффекта диверсификации, характерного для начального этапа структурных преобразований, когда расширение отраслевой структуры промышленности обеспечивает непосредственное вовлечение ресурсов и рост выпуска¹¹. Отрицательное значение свободного члена отражает пороговый характер развития, при котором низкий уровень диверсификации не обеспечивает устойчивого промышленного роста.

Для расширенного периода 2014–2024 гг. зависимость приобретает экспоненциальную форму, которая свидетельствует об усилении нелинейного воздействия диверсификации на объем промышленного производства. Это указывает на формирование синергии между отраслями, развитие производственных цепочек и накопление технологических эффектов, в результате чего диверсификация начинает выступать не только фактором количественного расширения, но и источником качественного роста. Таким образом, диверсификация промышленности постепенно трансформируется из инструмента расширения производственной базы в механизм форми-

рования устойчивого и синергетического развития.

Заключение. Проведенный сравнительный анализ уровня диверсификации промышленности и его влияние на устойчивое развитие экономики региона разных периодов приводит к следующим выводам:

1. Объемы производства промышленности области за исследуемые годы имеют высокие темпы роста. Рассчитанный коэффициент диверсификации промышленности за исследуемые периоды имеет тенденцию роста – от 0,72 до 0,77, в первый и второй периоды исследований соответственно.

2. В 2014–2021 гг. между коэффициентом диверсификации и объемом промышленного производства на душу населения наблюдалась устойчивая линейная зависимость, отражающая экстенсивный этап диверсификации свидетельствующая о прямом и пропорциональном влиянии диверсификации на рост промышленности.

3. Зависимость объема промышленного производства на душу населения от диверсификации за расширенный период 2014–2024 гг. становится нелинейной и кумулятивной, приобретая экспоненциальный характер. Это указывает на усиление мультипликативного эффекта диверсификации и свидетельствует о переходе промышленности к более зрелой стадии развития, когда структурные изменения начинают порождать синергетический и ускоряющийся рост.

4. Сопоставление эконометрических моделей позволяет сделать вывод об эволюции характера взаимосвязи между диверсификацией и промышленным развитием. На ранних этапах рост объема производства носит умеренный характер, однако по мере накопления структурных изменений наблюдается ускоряющийся эффект, что свидетель-

¹¹ Турганова Л.В. Диверсификация экономики как инструмент устойчивого развития региона (на примере Липецкой области) [Текст]: автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Л.В. Турганова. - Москва, 2011. - 25 с.

ствует о переходе к интенсивной модели роста.

Список использованной литературы

1. Аvezова М. М., Мансурова М. Г. Сравнительная терминологическая характеристика процессов инновации и диверсификации для целей устойчивого развития // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2024. № 1 (30). С. 62-75.
2. Айсард В. Методы регионального анализа // Рипол Классик, 1966.
3. Доклад Генерального секретаря Комиссии по науке и технике в целях развития, // Диверсификация экономики в мире ускоренной цифровизации // Двадцать восьмая сессия // Женева 7-11 апреля 2025 года 21с.
4. Макмиллан М., Родрик Д., Вердуско-Галло И. Глобализация, структурные изменения и рост производительности: обновленная информация об Африке // Мировое развитие. – 2014. – Т. 63. – С. 11-32.
5. Мансурова М. Г. Оценка уровня диверсификации промышленности Согдийской области Республики Таджикистан // Аvezова М. М., Мансурова М. Г. // Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. № 4 (60) 2022. – С. 61.
6. Мансурова М.Г. Модель формирования траектории устойчивого экономического развития промышленности региона в контексте диверсификации// Аvezова М.М., Урунов А.А., Усманов Д.И., Мансурова М.Г.// Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 5. С. 1879-1892.
7. Прасад А. и др. Индекс глобальной экономической диверсификации 2024: изучение влияния цифровой торговли на экономическую диверсификацию // Серия саммитов мировых правительств. – 2024 г.
8. Турганова Л.В. Диверсификация экономики как инструмент устойчивого развития региона (на примере Липецкой области) [Текст]: автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Л.В. Турганова. - Москва, 2011. - 25 с.
9. Френкен К., Ван Оорт Ф., Вербург Т. Родственный сорт, неродственный сорт и региональный экономический рост // Региональные исследования. – 2007. – Т. 41. – №. 5. – С. 685-697.
10. Хаусманн Р., Хван Дж. и Родрик Д., То, что вы экспортируете, имеет значение // Журнал экономического роста, , 2007, 12(1):121–25.
11. Хиршман А. О. Национальная мощь и структура внешней торговли. – Университет Калифорнии Пресс, 1980. – Т. 105.

References

1. Avezova M. M., Mansurova M. G. Comparative terminological characteristics of innovation and diversification processes for sustainable development goals // Bulletin of PITTU named after academician M.S. Osimi. 2024. No. 1 (30). P. 62-75.
2. Frenken K., Van Oort F., Verburg T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth // Regional studies. – 2007. – Т. 41. – No. 5. – pp. 685-697.
3. Hausmann, R., Hwang, J., and Rodrik, D., 2007, What you export matters, Journal of Economic Growth, 12(1):121–25.
4. Hirshman A. O. National power and the structure of foreign trade. – University of California Press, 1980. – Т. 105.
5. Isard V. Methods of regional analysis. – Ripol Classic, 1966.
6. Mansurova M. G. Assessment of the level of diversification of industry in the Sughd region of the Republic of Tajikistan // Polytechnic Bulletin. Intelligence Series. Innovation. Investments. No. 4 (60) 2022. – P. 61.

7. Mansurova M.G. Model for the Formation of a Trajectory of Sustainable Economic Development of Regional Industry in the Context of Diversification//Avezova M.M., Urunov A.A., Usmanov D.I., Mansurova M.G.//Economics, Entrepreneurship and Law. 2024. Vol. 14. No. 5. Pp. 1879-1892.

8. McMillan M., Rodrik D., Verduzco-Gallo I. Globalization, structural change and productivity growth: an update on Africa // World Development. – 2014. – Т. 63. – P. 11-32.

9. Prasad A. et al. Global Economic Diversification Index 2024: Exploring the Impact of Digital Trade on Economic Diversification // World Government Summit Series. – 2024.

10. Report of the Secretary-General of the Commission on Science and Technology for Development, // Economic diversification in a world of accelerated digitalization // Twenty-eighth session // Geneva April 7-11, 2025 21c.

11. Turganova L.V. Economic diversification as a tool for sustainable development of the region (using the example of the Lipetsk region) [Text]: abstract of thesis. ...cand. econ. Sciences: 08.00.05 / L.V. Turganova. - Moscow, 2011. - 25 p.

САМАРАИ ТАЪСИРОТИ ҒАЙРИХАТТИИ ДИВЕРСИФИКАТСИЯ БА ҲАҶМИ ИСТЕҲСОЛИ САНОАТӢ

Мансурова Мафтунахон Ғуфроновна – номзади илмҳои иқтисодӣ, омӯзгори калон, кафедраи иқтисоди муҳандисӣ ва менеҷмент, Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Чумхурии Тоҷикистон, m_88mansurova@mail.ru

Чакида. Дар мақола арзёбии диверсификатсияи соҳаи саноат гузаронида шуда, таъсири он ба ҳаҷми истеҳсолоти саноатӣ ба ҳар сари аҳолии таҳқиқ гардидааст. Тадқиқот ба арзёбии муқоисавии диверсификатсияи саноати минтақа ва таъсири он ба рушди устувор дар давоми ҳафт сол асос ёфта, бо васеъ намудани фосилаи вақт то даҳ сол идома меёбад. Ин имкон медиҳад, ки динамикаи нишондиҳандаҳо муайян гардида, тағйирот дар се соли охир арзёбӣ карда шавад. Таҳлили мухтасари равишҳои мавҷудаи методӣ барои ченкунии диверсификатсияи саноат низ пешниҳод шудааст. Бо мақсади таъмин намудани муқоисапазирии натиҷаҳо методикаи ягонаи Херфиндал-Хириман барои ҳисоб кардани коэффисиенти диверсификатсия истифода гардид. Таҳлили вобастагии байни коэффисиенти диверсификатсия ва ҳаҷми истеҳсолоти саноатӣ ба ҳар сари аҳолии дар давраи солҳои 2014–2021 мавҷудияти робитаи устувори хаттиро ошкор намуд, ки хусусияти асосан экстенсивии тағйироти сохториро дар саноати минтақа нишон медиҳад. Васеъ намудани фосилаи вақти тадқиқот то соли 2024 бо ворид намудани мушоҳидаҳои дертар имкон дод, ки тағйирёбии хусусияти ин вобастагӣ муайян карда шавад: он шакли гайрихаттӣ, экспоненсиалӣ гирифта, тақвияти таъсири кумулятивӣ ва мултипликативии диверсификатсияро инъикос менамояд. Натиҷаҳои бадастомада аз гузариши саноати минтақа ба марҳилаи нисбатан камолоти рушд шаҳодат медиҳанд, ки дар он диверсификатсияи сохторӣ ба омилҳои афзоиши босуръати истеҳсолоти саноатӣ табдил меёбад. Дар маҷмӯъ муайян гардид, ки амиқшавии диверсификатсия ба баланд гардидани сатҳи рушди саноати минтақа мусоидат менамояд.

Калидвожаҳо: диверсификатсияи саноат, вобастагии хатӣ, вобастагии экспоненсиалӣ, арзёбӣ, ҳаҷми истеҳсолот, маҳсулоти саноатӣ, таҳлили коррелясионӣ-регрессионӣ.

NONLINEAR EFFECTS OF DIVERSIFICATION ON THE VOLUMES OF REGION INDUSTRIAL PRODUCTION

Mansurova Maftunakhon Gufrovnova - candidate of economic sciences, senior lecturer, department of engineering economics and management, Khujand Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, <https://orcid.org/0000-0002-7185-8392> SPIN code (RSCI), 7798-9222, m_88mansurova@mail.ru

Annotation. *The article assesses the diversification of the region's industry and examines its impact on industrial production per capita. The study is based on a comparative assessment of the diversification of the region's industry and its impact on sustainable development over a seven-year period, followed by an extension of the time interval to ten years, which allows us to identify the dynamics of indicators and assess changes over the last three years. A brief analysis of existing methodological approaches to assessing industrial diversification is presented. In order to ensure comparability of results, unified Herfindahl-Hirschman index methodology was used to calculate the diversification coefficient. An analysis of the relationship between the diversification coefficient and industrial production per capita for the period 2014–2021 revealed a stable linear correlation, which characterizes the predominantly extensive nature of structural changes in the region's industry. Extending the time horizon of the study to 2024 by including more recent observations revealed a change in the nature of this relationship: it takes on a non-linear, exponential form, reflecting the strengthening of the cumulative and multiplicative effects of diversification. In order to ensure comparability of results, a unified methodology for calculating the diversification coefficient was used. The results obtained indicate that the region's industry is transitioning to a more mature stage of development, in which structural diversification is beginning to act as a factor in the accelerated growth of industrial production. In general, it has been established that deeper diversification contributes to the development of the region's industry.*

Keywords: *industrial diversification, linear dependence, exponential dependence, assessment, production volume, industrial production, correlation-regression analysis.*

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОТОКОВ

Окилджонова Шахноза Юнусовна – кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра управления финансами, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, shahnoza_1999@bk.ru.

Аннотация. В статье анализируются современное состояние экономики и перспективы формирования устойчивой модели развития Согдийской области Республики Таджикистан на основе трансформации инвестиционных потоков. Выявлены ключевые тенденции инвестиционного развития в условиях перехода к инновационно-ориентированной модели роста. Проведён анализ макроэкономических показателей региона за 2018–2024 гг., включая динамику валового регионального продукта, экспортно-импортные операции и уровень ВРП на душу населения. Исследована динамика капитальных вложений и иностранных инвестиций, их структура по формам собственности и отраслевой направленности. Установлено, что несмотря на положительную динамику экономического роста, сохраняются структурные дисбалансы, проявляющиеся в сырьевой направленности притока иностранных инвестиций, нестабильности их объемов, а также в устойчивом превышении импорта над экспортом. Доля инвестиций в экономику за счет средств населения и государства остается ниже по сравнению с иностранными инвестициями. Вместе с тем для ускоренного экономического развития необходимо, чтобы в структуре капитальных вложений ведущую роль занимали инвестиции частного сектора, поскольку именно они обеспечивают значительный мультипликативный эффект и стимулируют устойчивое развитие экономики. Обоснована необходимость перехода к диверсифицированной инвестиционно-инновационной модели развития, предусматривающей расширение внутреннего инвестиционного потенциала, поддержку частного сектора, развитие перерабатывающих отраслей и повышение конкурентоспособности региональной экономики. Результаты исследования могут быть использованы при разработке государственных и региональных программ социально-экономического и промышленного развития регионов.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционное развитие, капитальные вложения, иностранные инвестиции, инновационная активность, эффективность инвестиций.

Сегодня в Республике Таджикистан, характеризующейся как страна с развивающейся экономикой, вопросы обеспечения инвестиционного развития экономики имеют особое значение¹. Данное положение обусловлено недостаточным объемом финансовых ресурсов, необходимых для обновления основных фондов и пополнения оборотных

средств предприятий, а также неравномерным распределением инвестиций как по регионам, так и по отдельным отраслям экономики, что в целом затрудняет сбалансированное развитие региональной экономики. Эти проблемы проработаны в стратегиях и долгосрочных программах развития страны². В частности,

¹ Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030г. [Электронный ресурс]. URL: <https://mewr.tj> (Дата обращения: 11.10.2025).

² Авезова М.М., Акилджанова Ш.Ю. Стратегический анализ современного состояния региональной экономики как важный этап инвестиционного развития. // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. Худжанд, 2021. – № 1. С.53-61.

Национальная Стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года предусматривает достижение страной к 2030 году такого уровня устойчивого развития и конкурентоспособности, который обеспечивает достойный уровень и качество жизни населения и предоставляющей гражданам республики равные возможности для реализации человеческого потенциала. Обеспечение данной цели обусловлено переходом страны и регионов на инновационно-

ориентированный вариант экономического развития, что, в свою очередь, требует крупных вложений в виде частных инвестиций. Реализация таких масштабных целей невозможна без оценки современного состояния экономики и ее инвестиционного развития. Таблица 1 представляет собой анализ текущего состояния макроэкономических показателей Согдийской области Таджикистана.

Таблица 1 - Макроэкономические показатели развития Согдийской области за 2018-2024гг.

| Показатели | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ВРП реальный (млн.сомони) | 17621,3 | 19175,6 | 20020,3 | 24923,2 | 29933,6 | 33987,8 | 40998,4 |
| ВРП реальный (млн.долл) | 1874,6 | 1976,9 | 1771,7 | 2219,3 | 2931,8 | 3115,3 | 3842,4 |
| ВРП на душу населения (\$/чел.) | 705,2 | 730,2 | 636,6 | 785,9 | 1021,5 | 1067,9 | 1295,4 |
| Экспорт (млн.долл.) | 425,2 | 343,3 | 353,8 | 633,1 | 1086,2 | 756,7 | 1034,9 |
| Импорт (млн.долл.) | 1106,1 | 1146,9 | 1313,8 | 1629,6 | 2099,4 | 2037,6 | 2270,6 |
| Темпы роста (%) | | | | | | | |
| ВРП реальный (млн.сомони) | 106,9 | 108,8 | 104,4 | 124,5 | 120,1 | 113,5 | 120,6 |
| ВРП реальный (млн.долл) | 100,1 | 105,5 | 89,6 | 125,3 | 132,1 | 106,3 | 123,3 |
| ВРП на душу населения | 98,3 | 103,5 | 87,2 | 123,5 | 129,9 | 104,5 | 121,3 |
| Экспорт | 107,7 | 80,7 | 103,1 | 178,9 | 171,6 | 69,7 | 136,8 |
| Импорт | 91,6 | 103,7 | 114,6 | 124,0 | 128,8 | 97,1 | 111,4 |

Источник: Статистический ежегодник Согдийской области 2025 / Главное управление Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан в Согдийской области. Душанбе, 2025. – С.483.

Как видно из таблицы, в целом ВРП Согдийской области имеет тенденцию роста. В среднем темп прироста ВРП за период с 2018 – 2024 гг. составляет 15%. Если в 2018 году ВРП составил 17621,3 млн.сомони, то в 2024 году

увеличился до 40998,4 млн.сомони. Для наглядности информации нарисуем график динамики макроэкономических показателей региона.

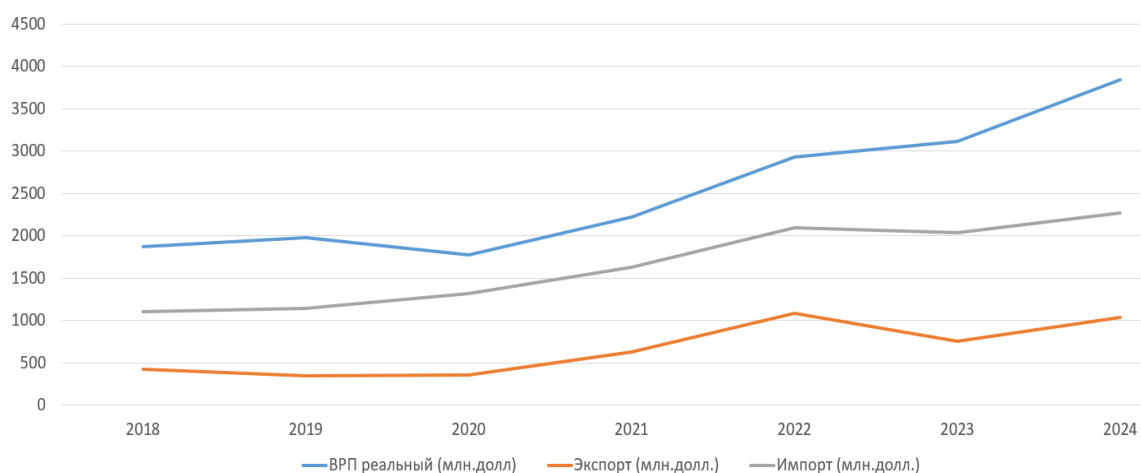


Диаграмма 1. Динамика макроэкономических показателей развития СО РТ

ВРП реальный, выраженный в долларах США, за последние годы имеет тенденцию роста и в 2024 году составляет 3842,4 млн.долларов. Экспорт региона в 2024 году все еще находится на низком уровне, т.е. 1034,9 млн долларов, что составляет почти 1/2 импорта региона. Импорт региона в по-

следние годы имеет тенденцию роста и в 2024 году составляет 2270,6 млн. долларов (Диаграмма 1).

В следующей таблице представлена динамика объемов капитальных вложений и иностранных инвестиций Согдийской области (таблица 2).

Таблица 2 - Динамика объемов капитальных вложений и иностранных инвестиций в экономику Согдийской области за 2017-2024 гг.

| Показатели | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Капитальные вложения (млн.долл) | 226,3 | 161,2 | 173,6 | 117,1 | 159,7 | 254,1 | 341,8 | 302,7 |
| Иностранные инвестиции (млн.долл) | 272,8 | 256,7 | 280,0 | 147,5 | 291,1 | 197,7 | 112,9 | 160,0 |
| Темпы роста (%) | | | | | | | | |
| Капитальные вложения | - | 71,2 | 107,7 | 67,4 | 136,4 | 159,1 | 134,5 | 88,6 |
| Иностранные инвестиции | - | 94,1 | 109,0 | 52,7 | 197,4 | 67,9 | 57,1 | 141,7 |

Источник: Статистический ежегодник Согдийской области./Главное управление Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан в Согдийской области, 2025г.

Для наглядности информации нарисую диаграмму привлечения иностранных инвестиций и капитальных вложений.

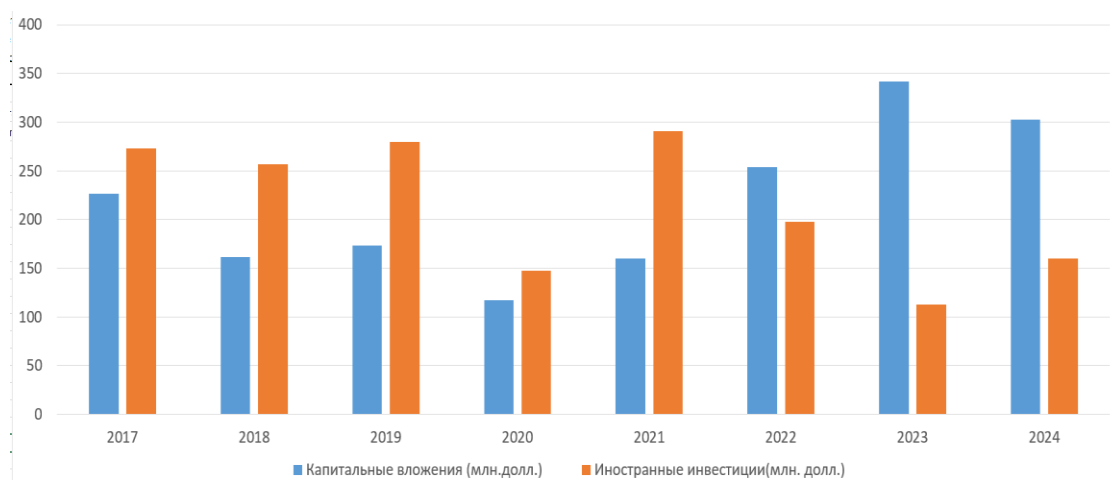


Диаграмма 2 - Динамика объемов привлеченных капитальных вложений и иностранных инвестиций

Как показывает диаграмма 2, капитальные вложения имеют тенденцию роста. Например, в 2017 году капитальные вложения почти равны с иностранными инвестициями и составили 226,3 млн.долл. В 2024 году они в два раза превысили объем иностранных инвестиций и составили 302,7 млн.долл. Иностранные инвестиции в регион имеют нестабильный рост. В 2019 году объём иностранных инвестиций достиг максимального уровня и составил 256,7 млн.долл. Резкое снижение иностранных инвестиций наблюдается в 2023 году – 112,9 млн.долл., далее идет рост, но такой рост все еще меньше уровня, чем в 2022 году. Резкое снижение иностранных инвестиций связана с окончанием срока реализации нескольких крупных инвестиционных проектов.

По формам собственности в 2024 году в структуре капитальных вложений значительную долю занимают инвестиции за счёт обществ с ограниченной ответственностью и частных предпринимателей. Далее следуют инвестиции за счёт населения, государства и иностранных инвесторов. В предыдущих годах доля инвестиций за счет населения и

государства отставали от доли инвестиций за счет иностранных инвесторов³. Общеизвестно, что для ускоренного развития экономики необходимо, чтобы в структуре капитальных вложений лидирующую позицию занимали инвестиции частного сектора, поскольку именно они обеспечивают мультипликативный эффект в развитии экономики (диаграмма 3). Однако такого результата удалось достичь лишь в 2024 году: в 2023 году наибольшую долю в структуре капитальных вложений занимали иностранные инвестиции.

³ Акилджанова Ш.Ю. *Методология определения и оценки инвестиционного развития региональной экономики // Аvezова М.М., Акилджанова Ш.Ю. // Вестник Российско-Таджикского славянского университета. – Душанбе, 2021. – №3 – 4 (75) С.45-57.*



Диаграмма 3. Структура капитальных вложений по формам собственности за 2024 год (млн. сомони)

Структура капитальных вложений играет важную роль в развитии экономики, поскольку отражает направления и приоритеты инвестиционной деятельности в стране или регионе. Рассмотрев распределение инвестиций по формам собственности и секторам экономики,

далее перейдем к анализу отраслевой структуры иностранных инвестиций с целью определения отраслей экономики, привлекающих наибольший объем зарубежных вложений.

Таблица 3 – Структура привлечения иностранных инвестиций по отраслям экономики Согдийской области за 2024 год

| Отрасли | 2024 (млн. доллар) | Доля отраслей % |
|---|-----------------------|-----------------|
| Всего | 160,0 | 100 |
| Добыча и обогащение свинцово-цинковых и оловянных руд | 70,9 | 44,3 |
| Животноводство | 0,5 | 0,31 |
| Производство пластмассовых изделий | 0,5 | 0,31 |
| Производство табачных изделий | 0,07 | 0,04 |
| Производство чугуна, стали и ферросплавов | 0,6 | 0,38 |
| Производство прочих готовых металлических изделий | 0,5 | 0,31 |
| Деятельность банков | 21,2 | 13,3 |
| Прочее денежное посредничество | 65,5 | 40,9 |
| Прочие | 0,23 | 0,14 |

Источник: Статистический ежегодник Согдийской области./Главное управление Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан в Согдийской области, 2025г.

В отраслевой структуре⁴ притока иностранных инвестиций за 2024 год промышленность занимает лидирующую позицию. Основная доля иностранных инвестиций за рассматриваемый период направлена на добычу драгоценных металлов и руд редких металлов, что составляет 44%. Второе место занимает деятельность по денежному посредничеству - почти 41%, и третье место - банковская сфера 13%. Результаты анализа показывают, что иностранных инвесторов в основном привлекают низкие цены на продукцию горнодобывающей промышленности, где отдача от вложенных инвестиций является максимальной. В то же время в их странах аналогичная продукция отличается высокой стоимостью либо не производится вовсе.

Проведенный анализ макроэкономических и инвестиционных показателей свидетельствует о том, что экономика Согдийской области развивается по восходящей траектории, что выражается в росте валового регионального продукта и постепенном увеличении роли внутреннего частного капитала. Вместе с тем сохраняется ряд системных ограничений, включая зависимость региона от импортных поставок, сырьевую направленность притока иностранных инвестиций и нестабильность их объемов. Указанные обстоятельства указывают на необходимость углубления структурных преобразований, расширения инвестиционной активности в перерабатывающих и инновационных секторах, а также формирования более сбалансированной региональной инвестиционной среды.

Сложившаяся динамика позволяет охарактеризовать современную модель

развития экономики области как ориентированную на рост, но в значительной степени зависящую от внешних инвестиционных ресурсов и эксплуатации природно-сырьевого потенциала при одновременном постепенном усилении внутренних источников накопления капитала. Несмотря на положительные тенденции в части увеличения ВРП и объемов капитальных вложений, сохраняющаяся концентрация иностранных инвестиций в добывающих отраслях и финансовом секторе, а также устойчивое превышение импорта над экспортом свидетельствуют о преимущественно экстенсивном характере экономического роста и недостаточной глубине процессов диверсификации.

В этой связи в среднесрочном периоде целесообразно обеспечить поэтапный переход от сырьевой и проектно-зависимой модели к более устойчивой инвестиционно-инновационной траектории, основанной на развитии перерабатывающих производств, активизации предпринимательской деятельности и расширении внутреннего инвестиционного потенциала региона. Ключевыми первоочередными направлениями выступают стабилизация притока иностранных инвестиций за счёт повышения институциональной предсказуемости, расширение участия частного сектора в реализации инвестиционных проектов, а также перераспределение инвестиционных ресурсов в пользу отраслей с более высокой добавленной стоимостью, прежде всего пищевой и лёгкой промышленности. Существенное значение имеет модернизация производственной базы предприятий, способствующая росту эффективности и конкурентоспособности, а также поддержка малого и среднего бизнеса как важного фактора занятости и территориального развития.

На горизонте стратегического планирования приоритетом становится формирование диверсифицированной

⁴ *Окилджанова Ш.Ю. Современное состояние экономики и развитие инвестиционных процессов Согдийской области РТ.// Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. 2019. № 3-2. С. 85-90.*

экономической структуры с постепенным снижением зависимости от добывающего сектора и отдельных крупных проектов. Одновременно требуется переход к инновационно-ориентированной модели развития, предполагающей внедрение современных технологий и повышение качества человеческого капитала. Реализация данных направлений должна сопровождаться созданием устойчивой региональной инвестиционной системы и укреплением экспортного потенциала на основе выпуска продукции с более высокой добавленной стоимостью.

Таким образом, дальнейшее развитие Согдийской области предполагает смещение акцентов с преимущественно сырьевого привлечения капитала к формированию внутренних источников роста, базирующихся на частных инвестициях, перерабатывающих производствах и инновационной активности, что позволит повысить устойчивость региональной экономики и создать предпосылки для долгосрочного улучшения уровня жизни населения.

Список использованной литературы

1. Аvezова М.М., Акилджанова Ш.Ю. Стратегический анализ современного состояния региональной экономики как важный этап инвестиционного развития. // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. Худжанд, 2021. – № 1. С.53-61.
2. Акилджанова Ш.Ю. Современное состояние экономики и развитие инвестиционных процессов Согдийской области РТ. // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. 2019. № 3-2. С. 85-90.
3. Акилджанова Ш.Ю. Методология определения и оценки инвестиционного развития региональной экономики / Аvezова М.М., Акилджанова Ш.Ю. // Вестник Российско-Таджикского славянского университета. – Душанбе, 2021. – №3 – 4 (75) С.45-57.
4. Ахмедова М.М. Современные тенденции развития внешней торговли Республики Таджикистан и Российской Федерации /Аvezова М.М., Ахмедова М.М. //Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2020. № 2 (15). С. 70-87.
5. Закон Республики Таджикистан от 15 марта 2016 года, №1299 «Об инвестициях» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 03.08.2018). – Душанбе, 2018.
6. Саидмуродзода Л. Х. Исследование современных концепций инвестирования в основной капитал и его влияния на экономический рост в работах ученых Таджикистана /Л. Х. Саидмуродзода, Д. А. Ииматова // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. – 2024. – № 1(30). – С. 46-61. – EDN FKXUTR.
7. Стародубровский В., Волощук Д. На пути к инвестиционному типу экономического роста. Экономика переходного периода. Сборник избранных работ 2003–2009 годов. М., Институт экономической политики. 2011, 816 с.

References

1. Ahmedova, M.M. Modern Trends in the Development of Foreign Trade between the Republic of Tajikistan and the Russian Federation // Avezova, M.M., Ahmedova, M.M. // Vestnik of PITTU named after Academician M.S. Osimi, 2020, No. 2 (15), pp. 70–87.
2. Akildzhanova, Sh.Yu. Current State of the Economy and the Development of Investment Processes in the Soghd Region of the Republic of Tajikistan. Vestnik of Tajik National University. Series of Socio-Economic and Social Sciences, 2019, No. 3-2, pp. 85–90.

3. Avezova M.M., Akildzhanova Sh.Yu. *Methodology for Determining and Assessing Investment Development of the Regional Economy // Vestnik of the Russian-Tajik Slavic University. Dushanbe, 2021. No. 3–4 (75). P. 45-57.*

4. Avezova, M.M., Akildzhanova, Sh.Yu. *Strategic Analysis of the Current State of the Regional Economy as an Important Stage of Investment Development. Vestnik of PITTU named after Academician M.S. Osimi, Khujand, 2021, No. 1, pp. 53–61.*

5. *Law of the Republic of Tajikistan No. 1299 “On Investments” dated March 15, 2016 (with amendments and additions as of August 3, 2018). Dushanbe, 2018.*

6. Saidmurodzoda, L.Kh., Ishmatova, D.A. *Research of Modern Concepts of Capital Investment and Its Impact on Economic Growth in the Works of Tajik Scholars. Vestnik of PITTU named after Academician M.S. Osimi, 2024, No. 1(30), pp. 46–61. EDN FKXUTR.*

7. Starodubrovsky, V., Voloshchuk, D. *On the Way to an Investment-Oriented Type of Economic Growth. Economics of the Transition Period: Collection of Selected Works 2003–2009. Moscow: Institute of Economic Policy, 2011, 816 pp.*

ТАШАККУЛИ АМСИЛАИ РУШДИ УСТУВОРИ ВИЛОЯТИ СУҒДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ДАР АСОСИ ТАҒЙИРЁБИИ ҶАРАЁНҲОИ САРМОЯГУЗОРӢ

Оқилҷонова Шахноза Юнусовна – номзади илмҳои иқтисодӣ, омӯзгори калон, кафедраи идораи молия, Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, shahnoza.1999@bk.ru

Чақида. Дар мақола вазъи муосири иқтисодиёт ва дурнамои ташаккули амсилаи устувори рушди вилояти Суғди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар заминаи тағйирёбии ҷараёнҳои сармоягузорӣ таҳлил карда мешавад. Тамоюли калидии рушди сармоягузорӣ дар шароити гузариш ба амсилаи рушди ба инноватсия нигаронидашуда муайян гардидаанд. Таҳлили нишондиҳандаҳои макроиқтисодии минтақа барои солҳои 2018–2024, аз ҷумла динамикаи маҷмӯи маҳсулоти минтақавӣ, амалиётҳои содиротию воридоти ва сатҳи МММ ба ҳар сари аҳоли гузаронида шудааст. Динамикаи сармоягузориҳои асосӣ ва хориҷӣ, сохтори онҳо аз рӯи шаклҳои моликият ва самтҳои соҳавӣ мавриди омӯзиши қарор гирифтааст. Муайян карда шуд, ки сарфи назар аз динамикаи мусбати рушди иқтисодӣ, номувозинатиҳои сохторӣ боқӣ мемонанд, ки хусусияти ашӯи хом доштани сармоягузориҳои хориҷӣ, ноустувориш ҳаҷми онҳо, инчунин дар барзиёд будани воридот нисбат ба содирот зоҳир мегарданд. Ҳиссаи сармоягузорӣ ба иқтисодиёт аз ҳисоби воситаҳои аҳоли ва давлат назар ба ҳиссаи сармоягузориҳои хориҷӣ дар сатҳи паст боқӣ мемонад. Ҳамзамон, барои рушди босуръати иқтисодиёт зарур аст, ки дар сохтори сармоягузориҳои асосӣ мавқеи пешсафро сармоягузориҳои баҳиши хусусӣ ишигол намоянд, зеро маҳз онҳо самарани мултипликативиро дар рушди иқтисодиёт таъмин мекунанд. Зарурати гузариш ба модели диверсификатсионии сармоягузорӣ-инноватсионии рушд асоснок карда шудааст, ки он гузариши иқтисодии дохилии сармоягузорӣ, дастгирии баҳиши хусусӣ, рушди соҳаҳои коркард ва баланд бардоштани рақобатпазирии иқтисодиёти минтақавиро пешбинӣ менамояд. Натиҷаҳои тадқиқот ҳангоми таҳияи барномаҳои давлативу минтақавии рушди иқтисодиёти иқтисодӣ ва саноатии минтақавӣ метавонанд истифода шаванд.

Калидвожаҳо: сармоягузорӣ, рушди сармоявӣ, сармоягузориҳои асосӣ, сармоягузориҳои хориҷӣ, фаъолнокии инноватсионӣ, самаранокии сармоягузорӣ.

FORMATION OF A SUSTAINABLE DEVELOPMENT MODEL OF SOGHD REGION OF TAJIKISTAN BASED ON THE TRANSFORMATION OF INVESTMENT FLOWS

Oqiljonova Shahnoza Yunusovna – *Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer of the Department of Financial Management, Khujand Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, shahnoza_1999@bk.ru*

Abstract. *The article analyzes the current state of the economy and the prospects for forming a sustainable development model of the Sughd region of the Republic of Tajikistan based on the transformation of investment flows. Key trends in investment development in the context of the transition to an innovation-oriented growth model are identified. An analysis of the region's macroeconomic indicators for 2018–2024 was conducted, including the dynamics of gross regional product, export and import operations, and GRP per capita. The dynamics of capital investments and foreign investments, their structure by forms of ownership and sectoral orientation were studied. It has been established that despite positive economic growth dynamics, structural imbalances remain, manifested in the raw material orientation of foreign investment inflows, instability in their volumes, and a persistent excess of imports over exports. The share of investments in the economy from the population and the state remains lower than that of foreign investors. At the same time, for accelerated economic development, it is necessary that private sector investments occupy a leading position in the structure of capital investments, since they provide a multiplier effect in economic development. The need to transition to a diversified investment and innovation development model has been justified, which provides for the expansion of domestic investment potential, support for the private sector, the development of processing industries, and an increase in the competitiveness of the regional economy. The results of the study can be used in the development of state and regional programs for socio-economic and industrial development of regions.*

Keywords: *Investments, Investment Development, Capital Investments, Foreign Investments, Innovation Activity, Investment Efficiency.*

**РАСКРЫТИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ.
МЕЖДУНАРОДНЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА ТАДЖИКИСТАНА на 2025 год.
BEYOND INVESTMENTS GROUP (перевод с английского)**

Промышленность и горнодобывающая отрасль Таджикистана вступают в новую фазу трансформации, сочетая богатое ресурсное наследие с необходимостью модернизации и устойчивого развития. По мере роста глобального спроса на стратегические минералы — обусловленного переходом на чистую энергетику, развитием передового производства и революцией в области искусственного интеллекта — страна стремится привлечь новые инвестиции, диверсифицировать производство и интегрировать свои ресурсы в международные цепочки добавленной стоимости.

Исторический взгляд на минеральные богатства

Таджикистан — страна гор, под которыми скрываются значительные геологические ресурсы. На территории республики идентифицировано более 400 месторождений, содержащих около 70 различных минералов. Золото, серебро, сурьма, вольфрам, молибден и редкоземельные элементы составляют основу этой ресурсной базы, а также широко распространены промышленные минералы, такие как мрамор, гипс и кварц.

Эти богатства были известны ещё в советские времена, когда проводились обширные геологические исследования и разворачивались крупные горные предприятия. Однако после обретения независимости сектор оставался слабо развитым из-за ограниченной инфраструктуры, нехватки капитала и сложной географии страны.

Особое значение имеют золото и сурьма. По оценкам, Таджикистан обладает почти **430 тоннами золотых запасов**, сосредоточенных в Согдийской области и на Памире. Но именно **сурьма стала для страны ключевым стратегическим ресурсом**: сегодня Таджикистан производит примерно **четверть мирового объёма сурьмы**, уступая по объёмам только Китаю.

Сурьма исторически использовалась в косметике, но в современной промышленности она незаменима для производства антипиренов, солнечных панелей, полупроводников и сплавов для

военной техники. Эта долгосрочная база создаёт прочный фундамент для роста, однако возможности заключаются в модернизации, глубокой переработке и улучшении управления для реализации гораздо большей добавленной стоимости.

Политика и стратегии развития сектора

Правительство Таджикистана сделало горную промышленность центральным элементом своей индустриальной стратегии. Министерство промышленности и новых технологий при последовательной поддержке государства проводит реформы, направленные на упрощение лицензирования, привлечение иностранного капитала и стимулирование downstream-производства.

Горнодобывающий сектор уже составляет более пятой части промышленного производства, в нём работают свыше 300 компаний и около 13 000 сотрудников. В 2022 году экспорт полезных ископаемых достиг почти 900 млн долларов США, при этом более половины этой суммы пришлось на драгоценные металлы. Эти данные подчёркивают как масштаб, так и потенциал сектора, важность которого усиливается на фоне укрепления мировых цен на сырьё.

Регуляторные реформы способствуют повышению прозрачности деловой среды и делают её более привлекательной для инвесторов. Введена система «единого окна» для упрощения про-

цедур получения лицензий, а соглашения о разделе продукции всё чаще используются для привлечения международных партнёров. Законы о недрах, драгоценных металлах и налоговом регулировании были пересмотрены для большей ясности.

Правительство также стремится обеспечить прозрачность через участие в *Инициативе прозрачности в добывающей промышленности* (Extractive Industries Transparency Initiative): это требует регулярного раскрытия данных о доходах, лицензиях и бенефициарной собственности, усиливая доверие как отечественных, так и зарубежных инвесторов. Одновременно государство продвигает развитие промышленных кластеров и технопарков с инфраструктурой, налоговыми льготами и упрощённым обслуживанием. Примером такого подхода является **Свободная экономическая зона Согд**, предлагающая беспощинный импорт сырья и освобождение от налогов на экспорт для компаний, работающих на её территории.

Международное сотрудничество является ещё одним ключевым направлением. Совместные предприятия с партнёрами из Китая, Ирана и европейских стран уже модернизируют шахты и внедряют передовые технологии переработки. Переговоры с Европейским союзом о *Программе расширенного партнёрства* подчёркивают стремление Таджикистана глубже интегрироваться в глобальные цепочки добавленной стоимости не только в горнодобыче, но и в энергетике, транспорте и цифровых секторах.

Сурьма, золото и гонка за критическими минералами

В центре международного внимания — сурьма. После того как Китай ограничил экспорт, Таджикистан стал критически важным поставщиком на мировом рынке. Горнодобывающий и

обогащительный комплекс Анзоб перерабатывает руду из Гиссарского хребта, где сосредоточено более шести миллионов тонн руды и почти 200 000 тонн сурьмы. Другие месторождения распределены по горному пространству страны, и новые исследования продолжают выявлять дополнительные перспективы. Сегодня **Европейский союз получает более половины своих импортируемых объёмов сурьмы из Таджикистана**, что подчёркивает растущую стратегическую значимость страны. Рост цен и геополитическая конкуренция делают инвестиции в проекты по сурьме коммерчески привлекательными и геополитически важными.

Золото остаётся самым заметным символом горнодобывающего сектора Таджикистана. Совместное предприятие *Zarafshon* в Пенджикенте, работающее в партнёрстве с китайской *Zijin Mining*, является крупнейшим производителем золота в стране. Глобальные цены на золото устойчиво растут, что делает запасы Таджикистана ещё более ценными и стимулирует разведку новых месторождений. По оценкам, неразведанные запасы обладают огромным потенциалом, и дальнейшие инвестиции в переработку и downstream-производство могут повысить конкурентоспособность страны на региональном рынке золота.

Кроме этих двух ключевых минералов, Таджикистан обладает значительными запасами серебра в Большом Канмансуре, которые привлекают интерес европейских компаний. Также встречаются вольфрам, молибден, медь, свинец, цинк, висмут и редкоземельные элементы, такие как стронций, галлий и германий.

Строительные материалы, включая высококачественный мрамор и декоративные камни, уже экспортируются и могут поддержать дальнейшую диверсификацию промышленности. Широта ресурсной базы делает возможным пре-

вращение Таджикистана в хаб для множества цепочек поставок, связанных с энергетическим переходом, цифровыми технологиями и инфраструктурным развитием.

Инвестиционный климат и международные партнерства

Правительство осознаёт, что одних богатых ресурсов недостаточно для обеспечения процветания. Стратегия заключается в создании стабильного и прозрачного инвестиционного климата. Ключевые направления включают упрощение административных процедур, защиту прав инвесторов и строительство современной инфраструктуры.

Вход крупных китайских компаний уже изменил отрасль, привнося капитал и экспертизу. Перерабатывающие заводы, обогатительные предприятия и новая подземная инфраструктура были созданы с иностранной помощью.

Правительство также призывает к диверсификации партнёров, привлекая инвестиции из Европы, Персидского залива и Северной Америки. Для инвесторов это создаёт возможности участия в проектах, коммерчески жизнеспособных и стратегически значимых. Уделяется внимание стандартам экологической и социальной устойчивости, внедрению «зелёных» технологий и усилению механизмов контроля, что приближает Таджикистан к международным лучшим практикам.

Перспективы развития горнодобывающего сектора — в росте, диверсификации и интеграции в мировую экономику. Благодаря богатым запасам, реформам, поддержке со стороны государства и ускоряющемуся спросу на критические минералы условия для инвестиций становятся всё более благоприятными.

Промышленное развитие как национальный приоритет

Президент Эмомали Рахмон объявил 2022–2026 годы «Годами промышленного развития», сделав отрасли промышленности центральным элементом экономической повестки страны. Эта инициатива направлена на ускорение трансформации экономики, ранее зависимой от сырья, в диверсифицированную обрабатывающую экономику, способную создавать рабочие места, расширять экспорт и укреплять устойчивость.

Эта политика глубоко интегрирована в **Национальную стратегию развития до 2030 года (NDS-2030)**, которая направляет работу всех министерств и государственных программ. Стратегия строится на четырёх ключевых направлениях: энергетическая безопасность, транспортная и цифровая связанность, продовольственная безопасность и продуктивная занятость. Рост промышленности рассматривается не как отдельная цель, а как фактор, поддерживающий каждый из этих приоритетов.

Динамика развития и макроэкономические показатели

Результаты политики становятся заметны в национальной статистике. За период с января по август 2025 года промышленные предприятия и частные предприниматели произвели продукции на сумму **40,2 млрд сомони**, что почти на **10 млрд сомони больше**, чем за тот же период 2024 года. С учётом сопоставимых цен это соответствует **росту около 23 %**, что подтверждает реальные результаты реформ.

Рост охватывает множество подотраслей. Горнодобывающая промышленность остаётся самой динамичной, отражая приток инвестиций и высокий мировой спрос. Перерабатывающая промышленность также показывает устойчивый рост более **6 %**, обеспечивая почти половину общего объёма промышленного производства в первом квартале 2025 года. Энергетический сек-

тор укрепляет свои позиции: производство электроэнергии, газа и пара увеличилось на **11 %**, а водные и коммунальные услуги выросли на **7,5 %**.

Географическое распределение также важно: **Согдийский регион** стал центром промышленной активности, обеспечивая более **60 % общего промышленного производства Таджикистана в начале 2025 года**. Регион выигрывает благодаря развитым транспортным связям, концентрации предприятий и активной **Свободной экономической зоной**. Промышленное производство расширяется также в Душанбе и Хатлонской области, что свидетельствует о том, что экономический рост охватывает всю страну.

Свободные экономические зоны (СЭЗ)

В стране действуют **пять СЭЗ**, предлагающих благоприятные условия для отечественных и иностранных инвесторов. **СЭЗ Согд**, созданная в 2009 году, стала флагманским центром промышленной активности. Зона площадью более 300 гектаров в районе Худжанда предлагает значительные налоговые льготы, беспошлинный импорт оборудования и сырья, а также свободный вывоз прибыли. Продукция, произведённая в СЭЗ для экспорта, освобождена от налогов и таможенных пошлин, кроме незначительных сборов за оформление.

Правовая база позволяет гибко определять зоны для промышленных, коммерческих, сервисных или исследовательских целей, что делает их привлекательными для инвесторов. Эти зоны служат промышленными кластерами, концентрируя инфраструктуру, рабочую силу и логистику в одном месте, ускоряя внедрение технологий, повышая производительность и укрепляя конкурентоспособность Таджикистана как промышленного центра Центральной Азии.

Параллельно правительство внедряет упрощённые процедуры получения лицензий через «Единое окно» для промышленных и горнодобывающих проектов, сокращая бюрократию и сроки оформления разрешений. Реформа законодательства о правах на недра, налогах и соглашениях о разделе продукции снижает административные барьеры, повышает правовую определённость и усиливает защиту инвесторов.

Итоги и перспективы

Цели правительства амбициозны, но осуществимы. Промышленное производство, как ожидается, **удвоится к 2026 году** и создаст до **полумиллиона новых рабочих мест**. Это прогнозируется на основе уже достигнутых результатов: за период 2019–2024 годов общий объём промышленного производства почти удвоился — с **27 млрд до 53 млрд сомони**. В течение данного периода было создано свыше **2000 новых предприятий и более 74 000 рабочих мест**. Только в 2024 году зарегистрировано **740 новых компаний**, благодаря которым было создано около **20 000 рабочих мест**.

Эти данные показывают, что промышленное расширение Таджикистана уже идёт полным ходом: открываются предприятия, регистрируются новые компании, и тысячи работников входят в промышленную сферу. Для международных инвесторов открываются возможности участвовать в секторе, который не только быстро растёт, но и подкреплён государственными инициативами и долгосрочным стратегическим планированием.

Благодаря преимуществам свободных экономических зон, упрощённым регуляторным рамкам и активной поддержке государства, Таджикистан создаёт **инвестиционно ориентированную промышленную среду**, направленную на успех. Стратегический переход от сырьевого экспорта к производству с

добавленной стоимостью — от сырья к переработанным и конечным продуктам — обещает более глубокий и устойчивый рост, более высокие маржи для ин-

весторов, расширение экспортного потенциала страны и усиление её экономической устойчивости.

**СТРУКТУРИРОВАННЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СЕКТОРА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА**
ПО МАТЕРИАЛАМ IMF STAFF REPORT NO. 25/169 (ARTICLE IV, 2025)
(перевод с английского)

Анализ сектора промышленности Республики Таджикистан (по оценкам МВФ, 2025)

1. Роль промышленности в экономическом росте

Согласно оценкам МВФ, в 2024–2025 гг. промышленность стала одним из ключевых драйверов экономического роста Таджикистана, наряду со строительством и сферой услуг. Рост промышленного выпуска носит широкий характер, однако его структура остаётся асимметричной — с доминированием добывающих отраслей и энергетики. Промышленный рост в значительной степени обеспечивается инвестиционными проектами (в том числе с иностранным участием); опирается на экспортно-ориентированные сырьевые сектора и пока в ограниченной степени трансформируется в устойчивую занятость и высокую добавленную стоимость.

2. Структура промышленного производства

2.1. Добывающая промышленность

Добывающий сектор (золото, сурьма, серебро и другие металлы) рассматривается МВФ как **наиболее динамичный сегмент промышленности**. Рост обусловлен благоприятной внешней ценовой конъюнктурой, расширением мощностей действующих предприятий, активным участием иностранных инвесторов. Вместе с тем **высокая концентрация роста в сырьевом секторе усиливает структурные риски**, вклю-

чая: уязвимость к колебаниям мировых цен, ограниченный эффект мультипликации внутри экономики и слабую интеграцию с внутренними производственными цепочками.

2.2. Обрабатывающая промышленность

Обрабатывающий сектор демонстрирует умеренный, но устойчивый рост, однако его вклад в промышленную добавленную стоимость остаётся ограниченным. Обрабатывающей промышленности присущи следующие особенности: низкий уровень технологической сложности продукции, ориентация преимущественно на внутренний рынок и недостаточный уровень производительности труда. Отдельно подчёркивается, что обрабатывающая промышленность не в полной мере использует потенциал сырьевой базы страны, что препятствует развитию глубокой переработки и экспорту продукции с высокой добавленной стоимостью.

2.3. Энергетика

Энергетический сектор (прежде всего гидроэнергетика) занимает стратегическое место в промышленной системе. Наблюдается рост производства электроэнергии, улучшение финансовых показателей энергетических государственных предприятий, что расширяет значение энергетики как базового фактора для промышленного расширения. Однако подчёркивается, что сохраняются квазифискальные риски, тарифная политика и управление государственными предприятиями нуждаются в даль-

нейшем реформировании, причем энергетический потенциал пока недостаточно используется для стимулирования индустриализации.

3. Региональный аспект промышленного развития

В аналитических выводах подчёркивается высокая территориальная концентрация промышленности, прежде всего в Согдийской области и отдельных промышленных узлах с развитой инфраструктурой. Такая концентрация усиливает межрегиональные диспропорции, ограничивает распространение эффектов промышленного роста на другие регионы и повышает социально-экономическую уязвимость периферийных территорий.

4. Институциональные и структурные ограничения

Выделяется ряд факторов, сдерживающих качественное развитие промышленности. К наиболее значимым из

них относятся доминирование государства в ключевых секторах, низкая эффективность управления государственными предприятиями, недостаточный уровень конкуренции и барьеры для входа частного бизнеса. Кроме того, ограниченный доступ к финансированию для малых и средних промышленных предприятий, а также инфраструктурные ограничения и высокие логистические издержки препятствуют переходу от количественного роста к структурной трансформации промышленности.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

«Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими» - научно-технический журнал Политехнического института Таджикского технического университета, издаётся согласно закону Республики Таджикистан «О печати и средствах массовой информации».

Целями журнала являются:

- оперативное освещение результатов научной деятельности учёных Республики Таджикистан, а также учёных стран ближнего и дальнего зарубежья, развитие международного сотрудничества в сферах информатики и компьютерных технологий, энергетики, экономических наук;
- предоставление возможности исследователям публиковать результаты научных изысканий, освещать актуальные проблемы и перспективные направления в указанных выше сферах науки;
- поиск новых знаний, направленных на социально-экономическое развитие Республики Таджикистан и ее регионов;
- пропаганда научных достижений учёных Политехнического института Таджикского технического университета, а также исследователей других вузов и учреждений образования и науки Республики Таджикистан.

Условия публикации статей в журнале «Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими»

Журнал принимает для рассмотрения и публикации ранее не опубликованные в печатных и электронных изданиях научные статьи, рецензии, научные обзоры, отзывы, содержащие научные идеи, результаты и достижения фундаментальных теоретических и прикладных исследований по следующим отраслям знания: информатика и компьютерные технологии, энергетика, экономические науки:

- решение о публикации или об отказе в публикации принимается на основе актуальности, новизны и научной значимости представленных материалов;
- авторы несут всю полноту ответственности за достоверность представляемой научной информации и всех данных, содержащихся в статьях, отзывах, обзорах и рецензиях;
- авторы в обязательном порядке должны проверить статьи на сайте antiplagiat.ru. Редакция принимает статьи с уникальностью не менее 75%;
- авторы несут полную ответственность за отсутствие плагиата в научной статье;
- поступившие в редакцию статьи, отзывы, обзоры и рецензии, направляются на внутреннее рецензирование с целью их экспертной оценки членами редколлегии или ведущими специалистами в соответствующей отрасли науки «слепым методом»;
- статьи, допущенные к внутреннему рецензированию, должны быть оформлены в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к публикациям, которые размещены на сайте журнала;
- если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению или доработке статьи, автору направляются замечания и предложения рецензента (без указания имени) для доработки и исправления материала;
- доработанный материал представляется автором в редакцию журнала и направляется на повторное рецензирование вместе с ответом автора по каждому пункту замечаний;
- редколлегия имеет право на редактирование статей без изменения их научного содержания. Орфографические и стилистические ошибки исправляются корректором без согласования с автором. При необходимости правка согласуется с автором;

- вариант статьи, направленный автору на доработку, должен быть возвращён в редакцию в оговоренный срок с внесёнными исправлениями и изменениями;
- статьи, не принятые к опубликованию, автору не возвращаются. В случае отказа от публикации материала редакция направляет автору мотивированный отказ;
- для аспирантов и докторантов публикация в журнале бесплатная.

***Требования к оформлению статей (обзоров, рецензий),
присылаемых для публикации в журнал***

Для размещения в журнале принимаются научные статьи, обзоры, рецензии, отзывы, соответствующие научным специальностям:

05 13 00 Информатика, вычислительная техника и управление

05 14 00 Энергетика. Электробезопасность

08 00 00 Экономические науки.

1. Авторы в обязательном порядке предоставляют в редакцию следующие документы:

- текст статьи, содержащей аннотацию и ключевые слова на русском, таджикском и английском языках с обязательной подписью автора (авторов) на печатном варианте статьи;
- рецензию доктора или кандидата наук, заверенную по месту его работы;
- справку с места учёбы (для аспирантов и магистрантов).

Статьи направляются в редакцию по адресу: 735700, Республика Таджикистан, Согдийская обл., г. Худжанд, проспект И. Сомони, 226. e-mail: vestnik-pittu@mail.ru.

Статья должна содержать:

- индекс УДК (размещается в начале статьи отдельной строкой слева);
- фамилию, имя, отчество (полностью), учёную степень, учёное звание автора, название кафедры и учебного заведения на русском, таджикском и английском языках;
- указание на должность, место работы, город, страну на русском таджикском и английском языках;
- e-mail и телефон (для экстренной связи, не публикуется);
- название статьи на таджикском, русском и английском языках (заглавными буквами, шрифт Times New Roman 14 или Times New Roman tj 14, выравнивание по центру);
- аннотацию (шрифт TNR 14, начертание – курсив, выравнивание по ширине, не менее 150 слов с указанием цели или проблемы исследования, краткого хода работы и основных выводов, содержащих научную новизну);
- ключевые слова на русском и английском языках (6 – 8 слов или словосочетаний из двух или трёх слов, через запятую, шрифт TNR 14, начертание – курсив, выравнивание по ширине);
- статья должна содержать список использованной литературы с указанием только цитируемых работ. Ссылки на источники даются внизу страницы, а весь список использованной литературы приводится в конце статьи. Список использованной литературы оформляется в алфавитном порядке в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021;

Статьи принимаются в течение года. Редакция оставляет за собой право отбора материала, а также право сокращения публикуемой статьи.

Текст присылаемой рукописи является окончательным и должен быть тщательно выверен и исправлен. Статьи, направляемые в редакцию с нарушением вышеперечисленных требований, к рассмотрению не принимаются.

За компетентность и содержание публикуемых материалов полную ответственность несут авторы и рецензенты.

Редакция журнала

**Паёми ДПДТТ ба номи
академик М.С. Осимӣ**
Маҷаллаи илмӣ–техникӣ
2025, № 4 (37) 136 с.
Муҳаррирон:
Солиев З.Т.
(муҳаррири забони русӣ);
Турсунова Ш.Т.
(муҳаррири забони
тоҷикӣ);
Аминҷонова Р.Ҳ.
(муҳаррири забони
англисӣ);
Муҳаррири техникӣ:
Мирзохоҷаева М.В.

**Вестник ПИТТУ имени
академика М.С. Осими**
Научно-технический журнал
2025, № 4 (37) 136 с.
Редакторы:
Солиев З.Т.
(редактор материалов на
русском языке);
Турсунова Ш.Т.
(редактор материалов на
таджикском языке);
Аминджонова Р.Х.
(редактор материалов на
английском языке);
Технический редактор:
Мирзоходжаева М.В.

Bulletin of PITTU
Scientific – technical
journal
2025, № 4 (37) 136 p.
Editors:
Soliev Z.T.
(Russian texts);
Tursunova Sh.T.
(Tajik texts);
Aminjonova R.H.
(English texts);
Technical editor:
Mirzokhojaeva M.V.

Суроғои идораи маҷалла: 735700 Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хучанд,
хиёбони И.Сомонӣ, 226
e-mail: vestnik-pittu@mail.ru

Адрес редакции: 735700 Республика Таджикистан, г. Худжанд, проспект И.Сомони, 226
e-mail: vestnik-pittu@mail.ru

Address of the editorial-board: 735700, Republic of Tajikistan, Khujand,
I.Somoni avenue, 226
e-mail: vestnik-pittu@mail.ru

Ба чопаш 10.12.2025 имзо шуд. Андозаи 84x108/16. Коғазӣ офсет,
чопи офсет 15,5 ҷ.ч. 136с.
Тъғдоди нашр 200 адад. Супориши № 8. Нарҳаш шартномавӣ.
Матбааи «Меҳвари дониш»

Подписано в печать 10.12.2025 Формат 84x108/16. Бумага офсет
печать офсетная 15,5 п.л. 136 с.
Тираж 200 экземпляров. Заказ № 8.
Типография «Меҳвари дониш»

Signed for printing 10.12.2025 Format 84x108/16. Paper offset,
offset print 15,5 p.s. 136 p. Circulation 200 copies. Order № 8
The printing house “Mehvari donish”