

ISSN 2664-1534

ИЛМ ВА ИННОВАТСИЯ
ДОНИШГОҶИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН
Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ
2024. №3

НАУКА И ИННОВАЦИЯ
ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Серия геологических и технических наук
2024. №3

SCIENCE AND INNOVATION
OF THE TAJIK NATIONAL UNIVERSITY
Series of geological and technical Sciences
2024. No. 3



МАРКАЗИ
ТАБЪУ НАШР, БАҶГАРДОН ВА ТАРЧУМА
ДУШАНБЕ – 2024

**ИЛМ ВА ИННОВАТСИЯ
БАХШИ ИЛМҲОИ ГЕОЛОГӢ ВА ТЕХНИКӢ**

Муассиси маҷалла:

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
Маҷалла соли 2014 таъсис дода шудааст.
Дар як сол 4 шумора нашр мегардад.

САРМУҲАРРИР:

Насриддинзода Эмомалӣ Сайфиддин	<i>Доктори илмҳои ҳуқуқшиносӣ, узви вобастаи АМИТ, ректори Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
--	--

МУОВИНИ АВВАЛИ САРМУҲАРРИР:

Сафармамадзода Сафармамад Муборакшо	<i>Доктори илмҳои кимиё, профессор, муовини ректор оид ба илм ва инноватсияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
--	--

МУОВИНОНИ САРМУҲАРРИР:

Оспанова Нарима Каженовна	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, сарҳодими илми озмоишгоҳи палеонтология ва стратиграфияи Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон</i>
----------------------------------	---

Комилов Одина Комилович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
--------------------------------	--

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

Валиев Шариф Файзуллоевич	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, профессор, сарҳодими илми Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ</i>
----------------------------------	--

Файзиев Абдулҳак Рачабович	<i>Узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои геология ва минералогия, профессори кафедраи геология ва иқтисофи конҳои канданиҳои ғойаданоки факултети геология</i>
-----------------------------------	---

Абдурахимов Садриддин Яминович	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, профессори кафедраи географияи табиӣ факултети геоэкологияи Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Б. Ғафуров</i>
---------------------------------------	--

Каримов Фаршед Хилолович	<i>Доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи геология ва иқтисофи конҳои канданиҳои ғойаданоки факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
---------------------------------	---

Муҳаббатова Холназар Муҳаббатович	<i>Доктори илмҳои география, профессори кафедраи туризм ва методикаи таълими географияи факултети географияи Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни</i>
--	--

Саидов Мирзо Сигбатуллоевич	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, профессори кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
------------------------------------	--

Икромов Исмоил Истамович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи мелиоратсия, таҷдидсозӣ ва ҳифзи замини Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур</i>
---------------------------------	---

Рузиев Чура Раҳимназарович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи кимиёи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-----------------------------------	--

Самихов Шонаврӯз Раҳимович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи кимиёи пайвастаҳои калонмолекулаӣ ва технологияи кимиёи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-----------------------------------	--

Андамов Рачабалӣ Шамсович	<i>Номзади илмҳои геология ва минералогия, дотсент, декани факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
----------------------------------	--

Ниезов Ансор Соҳибович	<i>Номзади илмҳои геология ва минералогия, дотсенти кафедраи геология ва менечменти маъдану техникаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-------------------------------	--

Ғайратов Маликдод Тополангович	<i>Номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
---------------------------------------	--

Ниезов Омадул Хамроқулович	<i>Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини декан оид ба илм ва инноватсияи факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-----------------------------------	---

Маҷалла ба Феҳристи нашрияҳои илми тақризишавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президентии Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 28.02.2022, №73 ворид гардидааст.

*Маҷалла дар Маркази таъбу нашр, баргардон ва тарҷумаи ДМТ барои нашр таҳия мегардад.
Нашони Марказ: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон,
ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E-mail: vestnik-tnu@mail.ru
Тел.: (+992 37) 227-74-41*

*Илм ва инноватсия
Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ
Маҷалла дар Индекси иқтибосҳои илми Русия
(РИНЦ) ворид карда шудааст. Маҷалла бо
забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.*

**НАУКА И ИННОВАЦИЯ
СЕРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Учредитель журнала:
Таджикский национальный университет

Журнал основан в 2014 г. Выходит 4 раза в год.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА:

Насриддинзода Эмомали Сайфиддин	Доктор юридических наук, член-корреспондент НАНТ, ректор Таджикского национального университета
--	---

ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Сафармамадзода Сафармамад Муборакшо	Доктор химических наук, профессор, проректор по науке Таджикского национального университета
--	--

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Оспанова Нарима Каженовна	Доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана
----------------------------------	---

Комилов Одина Комилович	Доктор технических наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Таджикского национального университета
--------------------------------	---

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Валиев Шариф Файзуллоевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор, научный сотрудник Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана
----------------------------------	---

Файзиев Абдулхак Раджабович	Член-корреспондент Национальной академии наук Таджикистана, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии и разведки МПИ геологического факультета
------------------------------------	---

Абдурахимов Садриддин Яминович	Доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры физической географии геоэкологического факультета Худжандского государственного университета им. Б. Гафурова
---------------------------------------	--

Каримов Фаршед Хиололович	Доктор физико-математических наук, профессор кафедры геологии и разведки МПИ геологического факультета Таджикского национального университета
----------------------------------	---

Мухаббатов Холназар Мухаббатович	Доктор географических наук, профессор кафедры туризма и методики преподавания географии географического факультета Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни
---	--

Саидов Мирзо Сигбатуллоевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Таджикского национального университета
------------------------------------	--

Икромов Исмонкул Истамович	Доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации, рекультивации и охраны земель Таджикского аграрного университета имени Ш. Шохтемура
-----------------------------------	--

Рузиев Джура Рахимназарович	Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной химии Таджикского национального университета
------------------------------------	--

Самихов Шонавруз Рахимович	Доктор технических наук, профессор кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии Таджикского национального университета
-----------------------------------	---

Андамов Раджабали Шамсович	Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, декан геологического факультета Таджикского национального университета
-----------------------------------	--

Ниёзов Ансор Сохибович	Кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры горно-технического менеджмента Таджикского национального университета
-------------------------------	--

Гайратов Маликдод Тополангович	Кандидат технических наук, доцент кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Таджикского национального университета
---------------------------------------	---

Ниёзов Омадул Хамрокулович	Кандидат технических наук, доцент, заместитель декана по науке и инноваций геологического факультета Таджикского национального университета
-----------------------------------	---

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 28.02.2022, №73

Журнал подготавливается к изданию в Издательском центре ТНУ.

Адрес Издательского центра: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17.

E-mail: vestnik-tnu@mail.ru

Тел.: (+992 37) 227-74-41

Наука и инновация

Серия геологических и технических наук

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Журнал печатается на таджикском, русском языках.

SCIENCE AND INNOVATION
SERIES OF GEOLOGICAL AND TECHNICAL SCIENCES

Journal founder: Tajik National University

The journal was founded in 2014. Is publishing 4 times a year.

EDITOR IN CHIEF:

Nasriddinzoda Emomali Sayfiddin	Doctor of Law, Corresponding Member of NAST, Rector of the Tajik National University
--	--

FIRST DEPUTY CHIEF EDITOR:

Safarmamadzoda Safarmamad Muboraksho	Doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Science of the Tajik National University
---	--

DEPUTY CHIEF EDITORS:

Ospanova Narima Kazhenovna	Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Paleontology and Stratigraphy of the Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan
-----------------------------------	---

Komilov Odina Komilovich	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology of the Geological Faculty of the Tajik National University
---------------------------------	--

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Valiev Sharif Fayzulloevich	Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Researcher at the Institute of Geology, Seismic Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan
------------------------------------	--

Faiziev Abdulkhak Rajabovich	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Geology and Exploration of the Faculty of Geology
-------------------------------------	---

Abdurakhimov Sadridin Yaminovich	Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Physical Geography of the Geoecological Faculty of Khujand State University named after B. Gafurova
---	---

Karimov Farshed Khilolovich	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Geology and Exploration of the Fossil Deposits of the Geological Faculty of the Tajik National University
------------------------------------	--

Muhabbatov Kholnazar Muhabbatovich	Doctor of Geography, Professor of the Department of Tourism and Methods of Teaching Geography of the Faculty of Geography of the Tajik State Pedagogical University named after. S. Aini
---	--

Saidov Mirzo Sigbatulloevich	Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Tajik National University
-------------------------------------	---

Ikromov Ismonkul Istamovich	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Land Reclamation, Reclamation and Protection of Lands of the Tajik Agrarian University named after Sh. Shokhtemur
------------------------------------	--

Ruziev Jura Rakhimnazarovich	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Applied Chemistry, Tajik National University
-------------------------------------	---

Samikhov Shonavruz Rakhimovich	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Macromolecular Compounds and Chemical Technology of the Tajik National University
---------------------------------------	--

Andamov Radjabali Shamsovich	Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Geological Faculty of the Tajik National University
-------------------------------------	--

Niyozov Ansor Sohobovich	Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Mining and Technical Management of the Tajik National University
---------------------------------	---

Gayratov Malikdod Topolangovich	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Faculty of Geology, Tajik National University
--	---

Niyozov Omadkul Khamrokulovich	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Dean for Science and Innovation of the Geological Faculty of the Tajik National University
---------------------------------------	---

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan from 28.02.2022, No. 73

*The journal is being prepared for publication at the Publishing Center of TNU.
Publishing Center Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17.
E-mail: vestnik-tnu@mail.ru
Tel.: (+992 37) 227-74-41*

*Science and innovation
Geological and Engineering Science Series
The journal is included in the database of the Russian Science Citation Index (RSCI). The magazine is published in Tajik and Russian languages.*

ГЕОЛОГИЯ

УДК: 55.551.3

НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА ПО НЕКОТОРЫМ МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

Файзуллоев Ш.А.

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАН Таджикистана

Несмотря на малую территориальную охваченность Таджикистана – 143,1 км², страна имеет достаточно сложное инженерно-геологическое строение. Согласно инженерно-геологической карте Таджикистана в пределах нашей республики можно выделить следующие инженерно-геологические регионы: Северный, Северо-Восточный, Центральный, Юго-Западный и Юго-Восточный [2].

Вопрос о развитии оползней в зависимости от морфометрических показателей склонов в Таджикистане до настоящего времени рассматривался лишь в отношении крутизны склонов [4]. Однако интенсивное освоение горных территорий Таджикистана, возведение различных сооружений, в особенности гидротехнических сооружений вызывает большой интерес к изучению отличительных черт оползневых явлений инженерно-геологических регионов Республики. Развитие оползневых явлений Таджикистана связано с деятельностью ряда факторов, создающих условия и активизирующих оползневые подвижки.

Выявление морфометрических закономерностей оползневых явлений Таджикистана в разы уменьшает затраты на проведение инженерно-геологических работ. Сползание масс горных пород, независимо от факторов, активизирующих (атмосферные осадки и сейсмическое воздействие) на одном и том же склоне, оползни возникают не везде. На это могут повлиять определённые условия. При анализе взаимосвязи оползневых явлений были выявлены неодинаковая приуроченность оползней к показателям крутизны склонов, экспозиции склонов и высотной зональности. В этой связи роль последних как факторов, обуславливающих возникновение оползней, очень велика.

Методика исследований. Инженерная геология - одна из актуальных наук современного мира, развитие которой не менее важно чем, другие науки. В этой связи для решения инженерно-геологических задач исследователями этой науки всё больше делаются попытки создания подходящей среды искусственного интеллекта. Цифровизация всех возможных инженерно-геологических данных является первым шагом к реализации данной цели [3].

После появления геоинформационных систем перед исследователями открылись новые возможности, которые в разы повысили уровень точности пространственных анализов инженерно-геологических данных. Широкий спектр новых инструментов пространственного анализа послужил не только средой анализа инженерно-геологических данных, но и условиями для авто-интеграции выявленных пространственных статистических коррелятивов и тем самым районированию исследуемых территорий в инженерно-геологическом плане [7].

Широкому кругу учёных уже давно известно, что разбиение карт факторов оползнеобразования на классы и кросс-табуляции карты инвентаризации оползневых явлений с ними в ГИС пространстве даёт статистическую информацию о связи оползневых явлений с их факторами. Анализ цифровых данных в неограниченном количестве стал доступным в последние два десятка лет [7]. До этого пространственный анализ географических данных и тем более их интеграция были возможны только теоретически.

Условия формирования инженерно-геологических условий горных территорий совершенно разнообразны и судить об этом простым глазом, в период анализа трёхмерных цифровых данных в геоинформационных системах, в современном мире непрактично. Территориальное планирование строительства в горных областях без районирования и

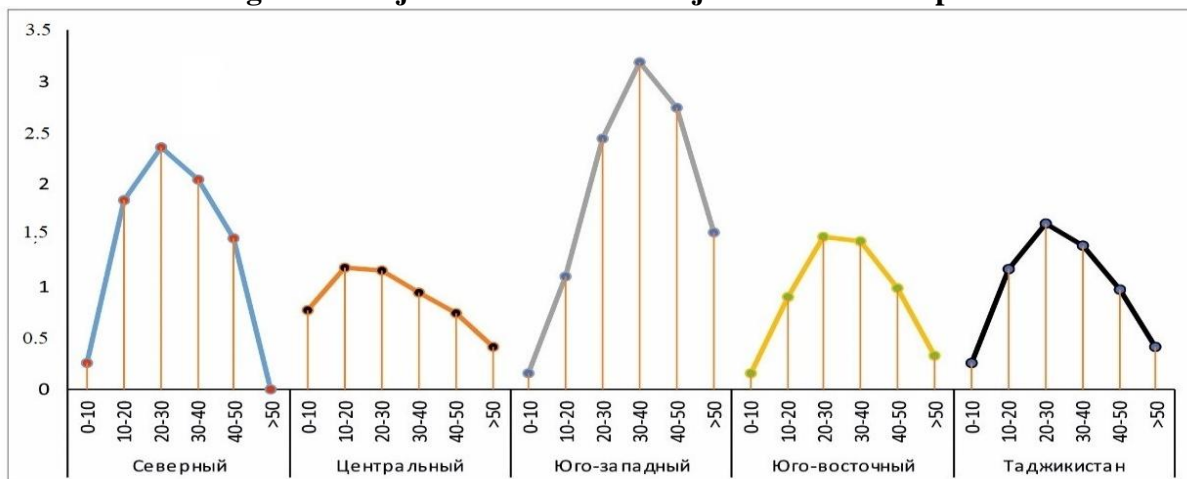
иллюстраций инженерно-геологических условий в пространстве невообразима, ведь только таким образом можно предназначить работы более детального масштаба и таким образом учесть те входные данные, которые на региональном уровне экономически невыгодно. Кроме того, оценка риска от стихийных бедствий на маленьких площадях становится более точной, и это повышает уровень продуктивности контрдействий, направленных на снижение риска.

Расширенное изучение пространственных закономерностей оползневых явлений различных частей Таджикистана окажет существенное влияние на планирование строительства. Эти работы являются предшественниками работ локального масштаба. Без каких-либо сомнений можно сказать, что выявление статистических взаимоотношений оползневых явлений с морфометрическими показателями склонов является интересным для различных частных и государственных предприятий. Строгая закономерность приуроченности оползневых явлений Таджикистана к определённым морфометрическим показателям склонов не вызывает каких-либо сомнений, остаётся лишь использовать статистические данные, чтобы выявить и обосновать статистические связи оползневых явлений с показателями морфометрических факторов. Однако до сегодняшнего дня ни одна работа не охватывает проблему такого масштаба. Есть только единичные случаи, описанные в отечественной литературе, где данная проблема рассматривается частично. А.В. Щварцом выявлены закономерности развития оползневых явлений верхнего и среднего течения реки Вахш. По результатам его работы оползни приурочены к местностям на высоте 1500-2000. Кроме того, выявлена связь оползневых явлений с показателями карты сейсмической опасности [9; 10].

В данной работе выявлены пространственные закономерности оползневых явлений, основанных на применении метода соотношения частотности. Данный метод был применён для исследований территорий долин рек Вахш, Сурхоб, Гунт, Зарафшан и Хингтоу [10; 6], и в этих исследованиях он описан достаточно подробно (в данной работе мы не даём его описание).

Результаты исследования. На рис. 1-3 приведены графики взаимоотношений оползней с крутизной склонов, высотной зональностью и экспозицией склонов для инженерно-геологических регионов Таджикистана и для Таджикистана в целом. Из обзора этих графиков очень хорошо видно неравномерное распределение оползней по показателям или классам этих морфометрических факторов.

Рис. 1. График, показывающий закономерности распространения оползней инженерно-геологических регионов Таджикистана и Таджикистана в целом по крутизне склонов
Fig.1. A graph showing the patterns landslide propagation of the engineering and geological regions of Tajikistan and whole Tajikistan on the slopes



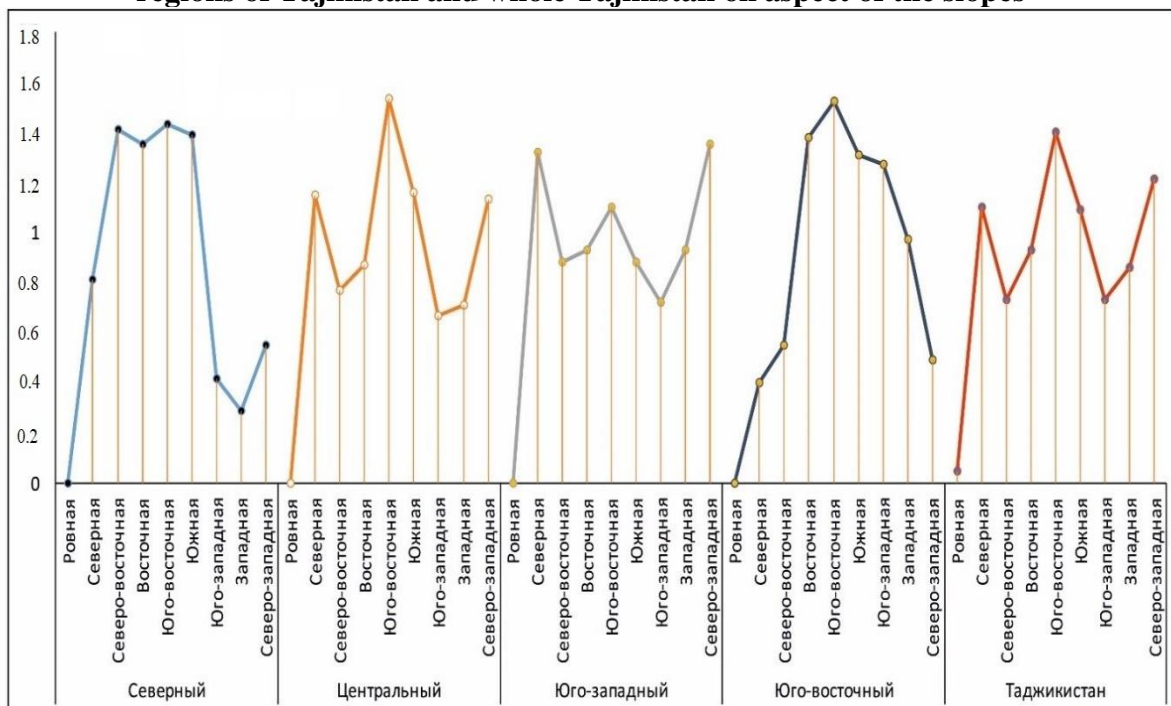
По данным, показанным на рис. 1 видно, что с ростом крутизны склонов коэффициент соотношения частотности повышается. Самыми наиболее уязвимыми показателями крутизны склонов по всей территории Таджикистана являются склоны с крутизной 20-30⁰. Кроме этого, такая связь оползневых явлений выявлена и по отношению к Юго-восточному, Центральному и Северному Таджикистану, за исключением Юго-Западного Таджикистана, где верх берёт класс 30-40 градусов, и это, пожалуй, единственный геолого-географический регион, где максимальный коэффициент соотношения частотности превышает число 3.

Несмотря на то, что показатели экспозиции склонов коррелируются с оползневыми явлениями по-разному, такая закономерность имеет логическое объяснение. В областях малого попадания солнечных лучей, которые безусловно зависят от экспозиции склонов, с одной стороны, наблюдается повышенная влажность горных пород относительно зон более значительного попадания на них солнечных лучей и, с другой, растительность в этих условиях развита очень слабо. Именно отсутствие растительного покрова объясняет приуроченность основной массы оползневых явлений к таким склонам. Однако в некоторых случаях картина совсем иная.

Экспозиция склонов является самым сложным фактором. Приуроченность оползней каждого инженерно-геологического региона к показателям этого фактора весьма разнообразна. Так, например, на рис. 2 видно, что оползни Северного инженерно-геологического Таджикистана имеют тесную связь со склонами северо-восточной, восточной, юго-восточной и южной ориентацией. Склоны с северной, юго-западной, западной и северо-западной экспозицией в данном регионе имеют коэффициент корреляций соотношения частотности ниже единицы.

Рис. 2. График, показывающий закономерности распространения оползней инженерно-геологических регионов Таджикистана и Таджикистана в целом по экспозициям склонов

Fig. 2. A graph showing the patterns landslide propagation of the engineering and geological regions of Tajikistan and whole Tajikistan on aspect of the slopes



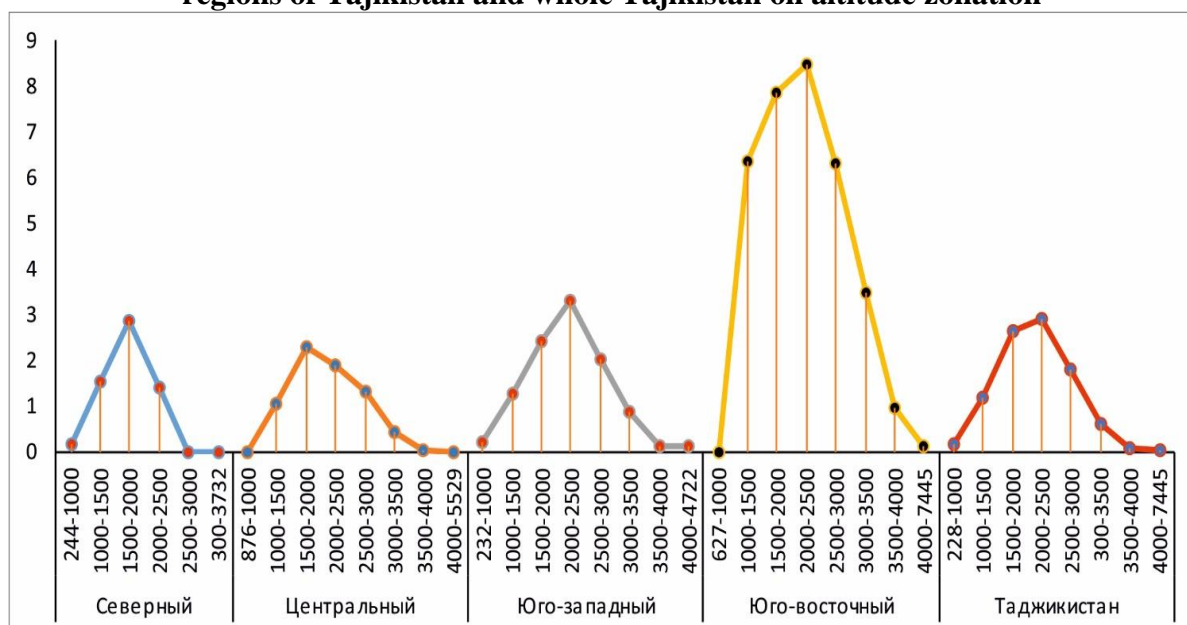
Выявленные закономерности оползневых явлений, которые отражены на рис. 2, показывают, что оползневые явления Центрального Таджикистана в основном базируются на склонах с юго-восточной ориентацией.

Для Юго-Западного Таджикистана класс пикселей с северо-западной ориентацией, едва опережая класс пикселей с северной ориентацией, занимает первое место. Для Юго-Восточного Таджикистана и для Таджикистана в целом наиболее уязвимыми склонами являются те, которые имеют юго-восточную экспозицию.

Результаты статистического анализа по приуроченности оползневых явлений к высотной зональности, которые нашли своё отражение на рис. 3, показывают, что, как и в случаях с крутизной склонов, по показателям высотной зональности корреляция сначала повышается и затем падает и результаты показывают, что оползневые явления во всех инженерно-геологических регионах Таджикистана и для Таджикистана в целом в первых и последних классах высотной зональности корреляция практически не наблюдается.

Рис. 3. График, показывающий закономерности распространения оползней инженерно-геологических регионов Таджикистана и Таджикистана в целом по высотной зональности

Fig. 3. A graph showing the patterns landslide propagation of the engineering and geological regions of Tajikistan and whole Tajikistan on altitude zonation



Такая закономерность говорит о том, что роль этого фактора очень велика и для него напрашивается отдельное исследование, чтобы как-то это логически обосновать.

Оползневые явления Северного и Центрального инженерно-геологических регионов приурочены к склонам, находящимся на высоте 1500-2000м. Для двух остальных инженерно-геологических регионов Таджикистана и для Таджикистана в целом наши результаты показывают, что наиболее благоприятными условиями для развития оползней является класс, показывающий зоны с высотой 2000-2500м.

Дальнейшее изучение развития оползней Таджикистана безусловно будет способствовать выявлению условий возникновения существующих оползневых явлений. Основными обуславливающими факторами будущих оползней остаются крутизна, экспозиция склонов и высотная зональность.

Вышеприведённые статистические связи оползневых явлений с показателями крутизны склонов по инженерно-геологическим регионам Таджикистана полностью не выводят из игры некоторые другие классы этого фактора. Таким образом, на основе выявленных морфометрических закономерностей намечаются некоторые другие классы с весом больше единицы.

Выводы. Выявленные пространственные закономерности оползневых явлений территории Таджикистана в различных его частях позволяют нам сделать следующие выводы:

1. Морфометрические условия возникновения оползней инженерно-геологических регионов Таджикистана (Северного, Центрального, Юго-Западного и Юго-Восточного) совершенно различны. Неравномерность распределения главным образом наблюдается в показателях крутизны склонов. Большая масса оползневых явлений Северного Таджикистана развита на склонах с крутизной 20-30 градусов. Если для оползневых явлений Центрального инженерно-геологического региона наиболее благоприятными местами являются склоны с крутизной 20-30⁰ и юго-восточной экспозиции, то для этих же явлений, но для Юго-Западного инженерно-геологического региона находят статистическую взаимосвязь с более высокой крутизной склонов 30-40⁰ и северо-западной ориентации склонов. Аналогичным условием развития, как у Юго-Западного инженерно-геологического региона, обладают оползневые явления Юго-Восточного инженерно-геологического региона Таджикистана.

2. Количественные данные о независимости анализируемых явлений от конкретных показателей морфометрических факторов оползнеобразования будут служить нам как дополнительная информация для более глубокого понимания природы возникновения оползневых процессов. Выявленные отличительные черты оползневых явлений лишней раз доказывают разнообразие условий возникновения оползней и не дают нам отходить от такого понятия, как «от частного к общему и общего к частному» и анализировать влияние всевозможных природных явлений и условий на развитие изучаемых явлений.

3. Выявленные связи оползневых явлений с морфометрическими показателями приобретают больше важности в комплексе с другими пространственно-выявленными закономерностями, поскольку интеграция одних морфометрических факторов недостаточна для прогноза наиболее восприимчивых мест к возникновению оползней. Выявление коррелятивных значений показателей других не менее важных факторов, как дополнительная информация условий возникновения оползней, безусловно позитивно повлияет на прогностические способности карт восприимчивости к возникновению оползней. С другой стороны, при выборе взвешенных карт факторов оползнеобразования мы должны быть очень осторожными, так как некоторые из них могут дать негативный эффект на точность прогнозирующих карт. К снижению прогностической способности модели приводят в основном те входные данные, которые дают обратную зависимость. Если анализируемый фактор оползнеобразования, не оправдывая надежду, в какой-то мере даёт противоположенную зависимость, и этому нет логического объяснения, лучше всего его не использовать при районировании по степени восприимчивости исследуемого района. Конечно же, судить об этом без каких-либо количественных данных неправильно, однако именно предположения выводят нас к более объективным заключениям.

4. Идея выявления пространственных закономерностей оползневых явлений в инженерно-геологических регионах Таджикистана заключается в том, что впредь при стремлении найти подходящие участки для освоения, избегать недоучёт условий регионального характера. Кроме того, надо подчеркнуть, что оползневые явления по большей части имеют одинаковые закономерности. Следует обратить внимание и на неравномерное распределение оползней по высотной зональности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байгенов Д.Ф. Влияние крутизны и экспозиции склонов на распространение оползневых явлений долины реки Зеравшан / Д.Ф. Байгенов, Ш.А. Файзуллоев, М.Р. Рахимбекова // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии, гидрологии и разработки месторождений полезных ископаемых Таджикистана и сопредельных территорий», посвящённой 80-летию со дня рождения заслуженного работника Таджикистана, доктора технических наук, профессора, академика инженерной академии Республики Таджикистан Комилова Одины Комиловича. - 2022. -С.214-219.

2. Гидрогеология СССР. Том ХLI Таджикская ССР. Министерство геологии СССР / Главный редактор А.В. Сидоренко. –М.: Издательство НЕДРА, 1972. –472 с.
3. Королёв В.А. Цифровизация и искусственный интеллект в инженерной геологии. Новые идеи и теоретические аспекты инженерной геологии/ В.А. Королёв // Труды Международной научной конференции. –М.: МГУ, 2021. –С.207-214.
4. Преснухин В.И. Влияние крутизны склонов на развитие оползней в Таджикистане / В.И. Преснухин // Сб. «Гидрогеология и инженерная геология». -Душанбе, 1975. -С.224-228.
5. Рахимбекова М.Р., Файзуллоев Ш.А. Зонирования территории долины реки Гунт по степени восприимчивости к возникновению оползней / М.Р. Рахимбекова, Ш.А. Файзуллоев // Известия НАНТ: серия физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2023. -№2(191). –С.64-75.
6. Степень восприимчивости склонов долины реки Обихингоу к возникновению оползней / Б.А. Аламов, Ш.А. Файзуллоев, Д.Ф. Байгенов, М.Р. Рахимбекова, У.А.Шарифов // Известия НАНТ: серия физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2023. -№4(193). –С.136-146.
7. Торбенко А.Б. Инженерно-геологические исследования Витебска на основе цифровых моделей территории / А.Б. Торбенко, А.Н. Галкин // Труды Международной научной конференции. –М.: МГУ, 2021. –С.215-218.
8. Файзуллоев Ш.А. Проблема выбора пространственного разрешения цифровой модели рельефа при моделировании восприимчивости к возникновению оползней / Ш.А. Файзуллоев // Наука и инновация. Таджикский национальный университет. Серия геологических и технических наук. - 2020. -№3. -С.34-43.
9. Шварц А.В. Влияние сейсмичности на проявления оползневых процессов в среднем и верхнем течении реки Вахш / А.В. Шварц // Труды института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии. –Душанбе, 2018. -Выпуск 1. -С.99-109.
10. Шварц А.В. Оползни и сели среднего и верхнего течения р.Вахш / А.В. Шварц, Н.Р. Ишук // Геологическая корреляция и геодинамика складчатых областей. -Душанбе, 2015. -С.163-175.
11. Mukhammadzoda, S., Shohnavaz, F., Ilhomjon, O. and Zhang, G. Application of Frequency Ratio Method for Landslide Susceptibility Mapping in the Surkhob Valley, Tajikistan // Journal of Geoscience and Environment Protection. – 2021. -№9. -№168-189. [Электронный ресурс]. URL: doi: 10.4236/gep.2021.912011.

НОБАРОБАР ЧОЙГИРШУДАНИ ЗУХУРОТҲОИ ЯРЧИИ НОҲИЯҲОИ МУҲАНДИСӢ-ГЕОЛОГИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ЯКХЕЛ АЗ ОМИЛҲОИ МОРФОМЕТРӢ

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои асосии таҳқиқоти пахншавии зуҳуротҳои ярҷии ноҳияҳои муҳандисӣ-геологии Тоҷикистони Шимолӣ, Марказӣ, Ҷанубу-Ҷарбӣ, Ҷанубу-Шарқӣ ва ҳудуди Тоҷикистон дар якхел аз омилҳои морфометрӣ оварда шудаанд. Кори мазкур маълум кард, ки зуҳуротҳои ярҷии ноҳияҳои муҳандисӣ-геологии Тоҷикистон бо кунҷи нишебӣ, самти хобиши нишебӣ ва баландии мутлақ коррелятсияҳои гуногун доранд. Ғайр аз ноҳияҳои алоҳида, таҳқиқот инчунин, барои тамоми ҳудуди Тоҷикистон гузаронида шудааст.

Калидвожаҳо: ярҷо, омилҳо, кунҷи нишебӣ, самти хобиши нишебӣ, баландии мутлақ, нишондиҳандаҳои морфометрӣ.

НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА ПО НЕКОТОРЫМ МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

В данной статье изложены результаты исследования развития оползневых явлений Северного, Центрального, Юго-Западного и Юго-Восточного инженерно-геологических регионов Таджикистана по некоторым морфометрическим факторам. Выявлено, что оползневые явления инженерно-геологических регионов Таджикистана коррелируются с крутизной склонов, экспозицией склонов и высотной зональностью совершенно по-разному. Помимо отдельных регионов, исследования проводились и для территории всего Таджикистана.

Ключевые слова: оползни, факторы, крутизна склонов, экспозиция склонов, высотная зональность, морфометрические показатели.

UNEVEN LANDSLIDE PHENOMENA DISTRIBUTION IN ENGINEERING AND GEOLOGICAL REGIONS OF TAJIKISTAN ON SOME MORPHOMETRIC FACTORS

This article presents the results of a study of the landslide phenomena development in the Northern, Central, South-Western and South-Eastern engineering-geological regions of Tajikistan on some morphometric factors. This work revealed that landslide phenomena in the engineering-geological regions of Tajikistan are correlated with slope steepness, slope aspect and elevation in completely different ways. In addition to individual regions, the research was carried out for the whole Tajikistan territory.

Keywords: landslide, factors, slope, slope aspect, elevation morphometric indexes.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Файзуллоев Шохнаваз Абдуқодирович* – Институти геология, сохтмони ба заминчунӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ходими калони илмии

гурӯҳи технологияи геоттилоотӣ ва зондунии дистансионӣ. **Суроға:** 734063, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Аинӣ, 267. Телефон: **(+992) 555-58-47-58**. E-mail: **shohnavaz.faizulloev@mail.ru**

Сведения об авторе: *Файзуллоев Шохнаваз Абдуқодирович* – Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАН Таджикистана, старший научный сотрудник группы геоинформационных систем и дистанционного зондирования. **Адрес:** 734063, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Аини, 267. Телефон: **(+992) 555-58-47-58**. E-mail: **shohnavaz.faizulloev@mail.ru**

Information about author: *Faizulloev Shohnavaz Abduqodirovich* - Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, lead researcher of the geo-informations system and remote sensing group. **Address:** 734063, Dushanbe, Republic of Tajikistan, st. Aini, 267. Phone: **(+992) 555-58-47-58**. E-mail: **shohnavaz.faizulloev@mail.ru**

INVESTIGATING THE EFFECT OF CALCINATION ON CHALCOPYRITE MINERAL OF AYNAK COPPER MINE

Addul Halim Rahmani, Abdul Jamil Haidari, Abdul Qayom Rajabi
Jawzjan University

Extraction of copper from sulfidic ores, either by pyrometallurgy or hydrometallurgy, has various limitations [1]. Although pyrometallurgical methods have been dominant until now, new hydrometallurgical methods have been developed to produce metals since the end of the 19th century [2].

Hydrometallurgical methods have a valuable place in the extraction of non-ferrous metals. For this reason, recently, combined pyro and hydrometallurgical methods for extracting copper from sulphide minerals have been taken into consideration, so that sulfur is enriched in the form of sulphide and calcium sulphate inside the mineral mixture, and lime is kept during roasting and in the hydrometallurgical section to the form of solid waste is discarded [3; 4].

The roasting of copper-enriched mineral in lime environment is of great interest due to the production of sulfur solid phases, abundance and low price of lime compared to other alkaline compounds [5]. The conversion of enriched copper sulphide mineral to copper oxide compounds has recently received attention and several articles have been published in this field [6].

Recently, the combination of pyro and hydrometallurgical process in two stages, including roasting in the presence of lime to obtain copper oxide, removing sulfur, and then dissolving the cleaned product in acid, has been studied. There is very little information about this in the sources [7].

The results of the research show that the interactions of the roasting flow, lime and copper sulphides produce CaS , CaSO_4 , CuSO_4 , CuO , Cu_2O and iron oxide compounds. In the continuation, the roasting products can be dissolved in dilute acid and the copper present in the copper sulfate solution can be extracted by electrolysis. Because CaS and CaSO_4 are insoluble in acid, sulfur remains in the solid residue of leaching, and this residue includes CaS , CaSO_4 , Fe_2O_3 and silicates. These residues may be used by cyanide solutions to obtain gold and silver [8].

The results of some recent researches show that the mechanical activation of a mixture of enriched copper sulphide mineral and lime significantly increases their acceptable interactions during roasting, which itself causes an increase in the solubility of copper in the leaching process [9]. In this research, the leaching of the enriched unroasted mineral of Aynak mine by dilute sulfuric acid under normal conditions was investigated, as well as the effect of roasting in lime environment with air atmosphere, the ability to dissolve copper and stabilize sulfur in the form of solid phases insoluble in sulfuric acid. is studied.

2. Materials and Methods of Research

2.1. Consumable Materials

- Amount of 200 grams of enriched copper mineral of Aynak mine.
- Roasted industrial lime with higher than 98 percent was used as a source of calcium oxide.
- Commercial sulfuric acid was used as a leaching agent.

2.2. Equipment. Thermal analysis (DSC-TG) was performed using a NETZSH thermal analysis device, model STA409, and the analysis conditions in this device were set with a heating value of $10 \text{ K}^\circ/\text{min}$, a maximum temperature of $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ and argon atmosphere. To carry out the roasting operation under argon and air atmospheres, Atash 1500 tubular and muffle furnaces manufactured by Exition company were used, respectively. For phase analysis, Philips model Xpert x-ray device with $\text{CuK}\alpha$ reflection was used, and for solution analysis, Varian model 240 atomic absorption device was used.

2.3. How to Run Tests. A certain amount of sulfuric acid was brought to a volume of 200 cc by distilled water, so that concentrations of 5, 7 and 10 percent by weight of sulfuric acid were prepared. The prepared solution is placed on the heater to reach the desired temperature. In the first

row of tests, the amount of 5 grams of non-roasted enriched mineral (not activated) was added to the solution and the leaching operation was started by activating the mixer.

The leaching operation was performed on the enriched unroasted mineral with different ratios of acid volume to solid weight. At specified times and for the purpose of sampling, 5 cc of the solution is taken for chemical analysis and immediately replaced by 5 cc of distilled water. After dilution, the samples were analyzed by atomic absorption device.

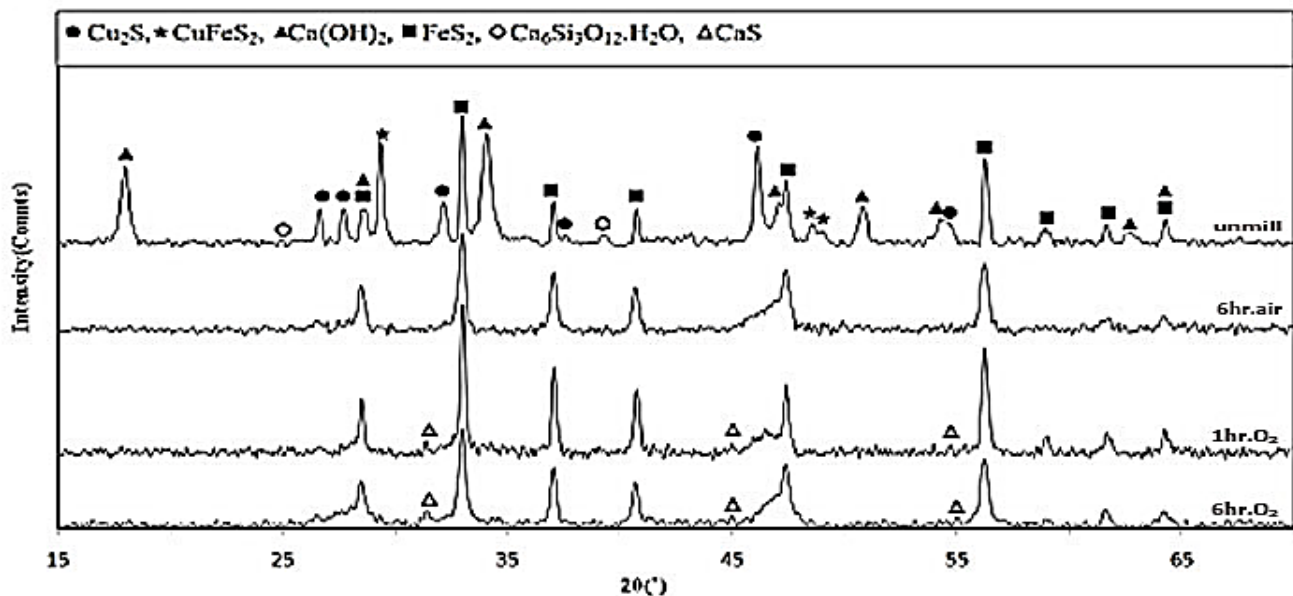
In order to carry out the experiments, the amount of 7.5 grams of the mixture of enriched mineral and lime (a mixture with the molar ratio of enriched mineral sulfur to lime 1:1) for 6 hours under the atmosphere of air and oxygen in a ball mill with a speed of 600 rpm minutes of calcination operation were performed. The roasted samples were heated at 800°C for 20 minutes under an air atmosphere and then subjected to phase analysis by X-ray diffraction (XRD).

The normal conditions for leaching, which were determined by examining the effect of the parameters of the ratio of acid volume to solid weight, acid concentration and leaching temperature of unroasted enriched mineral, were used to leaching the samples obtained from roasting.

3. Results and Discussion

3.1. Calcination. In order to compare the existing phases before and after the calcination process, XRD phase analysis was taken from the mineral enriched lime mixture without calcination. This phase analysis showed all copper and iron sulphide phases in the enriched mineral along with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ phase and CaO phase (Figure 1).

Figure 1. X-ray diffraction patterns of non-roasted enriched mineral powder mixture, roasted enriched mineral in air atmosphere for 6 hours and in oxygen atmosphere for 1-6 hours



The results of phase analysis by the using of XRD showed that calcination on the enriched mineral mixture for 6 hours in the air did not form any new phase and only resulted in the crystal breaking of the phases. It was also observed that the calcination process for 1 and 6 hours in an oxygen environment, in addition to the distribution of lime among the enriched mineral particles, leads to the formation of a very small amount of CaS phase.

The X-ray diffraction diagrams of the sample roasted in oxygen environment showed that the only difference in these two calcination times was the increase in the crystal breaking of the phases during 6 hours compared to 1 hour of calcination. The increase in irregularity in the field of diffraction and the increase in the width of the peaks during the 6-hour calcination process confirms this issue. However, it was expected that due to the increase of the operating time from 1 to 6 hours, the specific surface of the enriched mineral particles will increase more, and as a result, the size of the receptive interaction of the particle surfaces with oxygen gas will increase.

But since the heat caused by this operation is not enough to perform the heat cleaning process, the amount of CaS phase formed from both samples was obtained to some extent. Comparing the X-ray diffraction patterns of non-roasted and roasted samples, it can be seen that hydroxide phases have been removed due to milling. It Also seems that chalcopyrite has been decomposed into copper and iron sulfide. The X-ray diffraction diagrams of samples roasted in air and oxygen environment show the removal of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ peaks.

But these graphs did not show new phase peaks containing Ca or a combination of CaO. The angles of FeS_2 phase peaks in the mixture of enriched mineral and non-activated calcium oxide were compared with the activated samples in air and oxygen environment and it was found that after activation, the FeS_2 phase angles did not change. Therefore, after performing the calcination process, no solid solution was formed and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ became amorphous, so that the corresponding peaks were located in the diffraction field.

CuFeS_2 and CuS phases are also present after both calcination environments, but due to their low weight in the primary enriched mineral and due to amorphization, they were not detected by X-ray phase analysis.

3.2. Roasting. The samples roasted for 6 hours in air and oxygen environment were selected as the prepared samples for the roasting process due to the uniform distribution of lime among the enriched mineral particles. Non-identical roasting of these two samples was investigated by thermal analysis (DSC-TG) (Figures 2 and 3).

According to the graphs of the mentioned figures, it can be seen that the starting temperature of cleaning is about 800 degrees centigrade, so for the same thermal tests to check the kinetics of cleaning, a temperature of 800 degrees centigrade and a duration of 20 minutes for cleaning both samples in Commented. In this way, the samples were prepared according to table (1) and subjected to heat treatment.

Table 1. Samples prepared for roasting with argon atmosphere

Prepared Sample Conditions		Roasting Operation Atmosphere	Sample Code after Roasting operation
Calcination process environment	Calcination Time		
Air	6 hours	Argon	A1
Oxygen	6 hours	Argon	A2

The X-ray diffraction patterns of two samples A1 and A2 were similar, and as an example, the X-ray diffraction pattern of A2 sample is given in (Figure 4).

Figure 2: TG-DSC diagrams for chalcopyrite roasted for 6 hours under air atmosphere

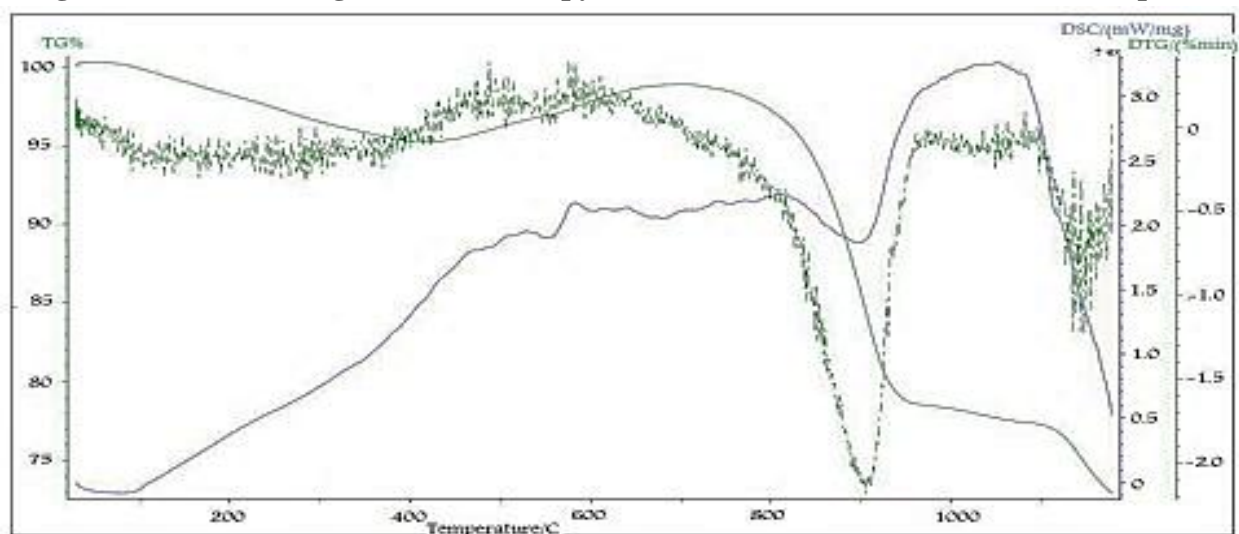
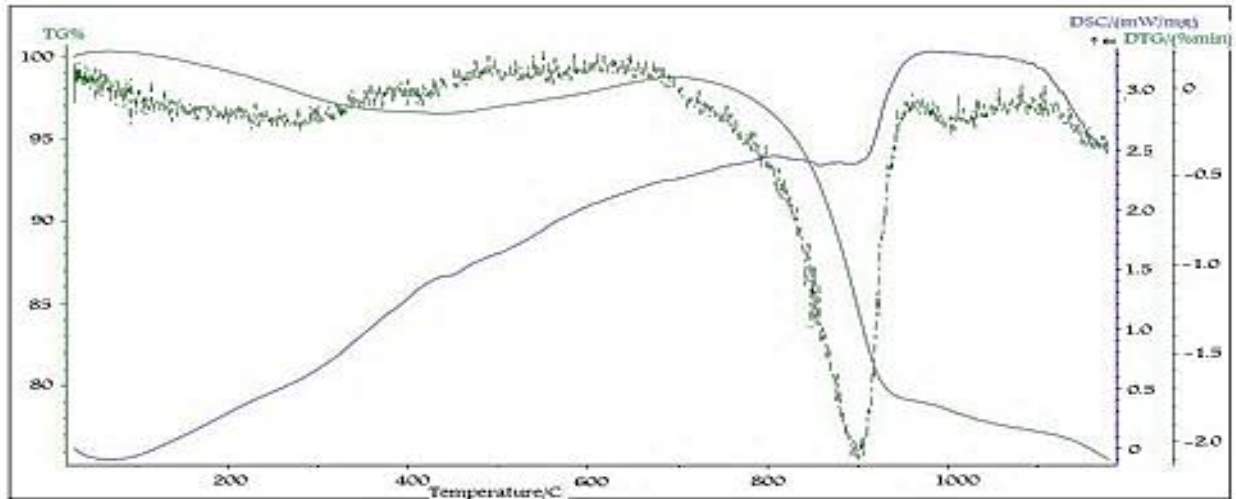


Figure 3. TG-DSC diagrams for chalcopyrite roasted for 6 hours under oxygen atmosphere



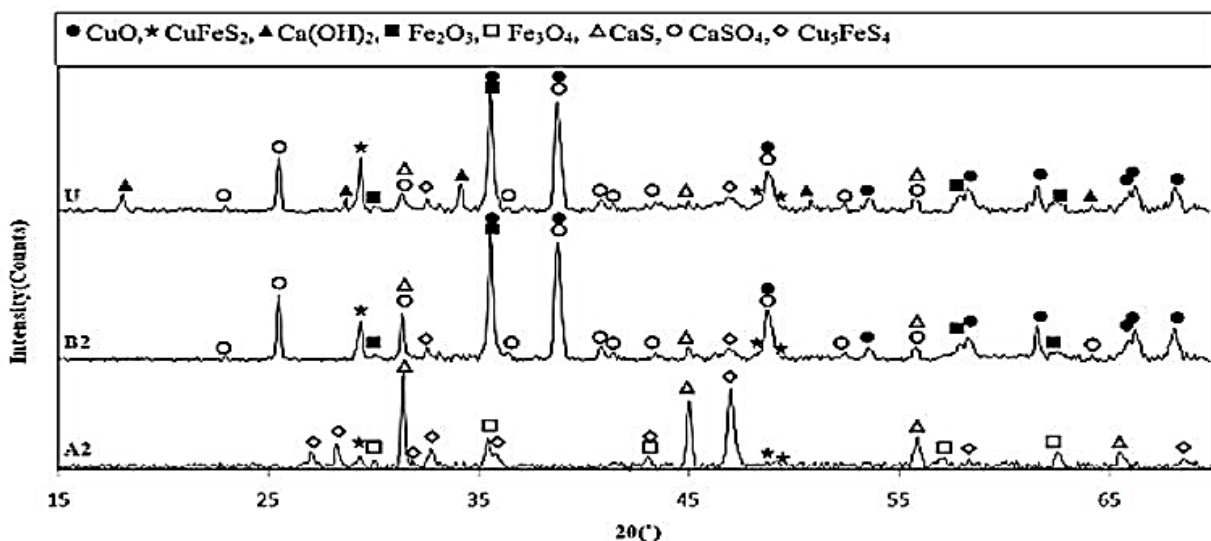
It can be seen that as a result of the heat cleaning operation under argon atmosphere, the removal of sulfur mineral chalcopyrite is done through the formation of CaS phase, and the oxidation of iron is done through interactions with lime. In addition, new compounds of copper-iron and sulfur have been formed. Similar samples were prepared for roasting operation in atmospheric air according to table (2).

Table 2. Samples prepared for roasting operation with air atmosphere

Prepared Sample Conditions		Roasting Operation Atmosphere	Sample Code after Roasting Operation
Calcination process Environment	Calcination Time		
Air	6 hours	Air	B1
Oxygen	6 hours	Air	B2

For example, the X-ray diffraction pattern of sample B2 is shown in Figure (4). Roasting in the air atmosphere showed that sulfur stabilization is done through the formation of CaS and CaSO₄ phases and a significant amount of CuO phase is formed from copper sulfide phases.

Figure 4: X-ray diffraction patterns of roasting samples in argon and air atmospheres, U: unroasted and thermally cleaned samples in air environment, B2 roasted and thermally cleaned sample in air environment and A2: roasted and thermally cleaned sample in argon environment

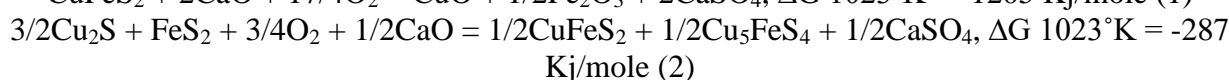
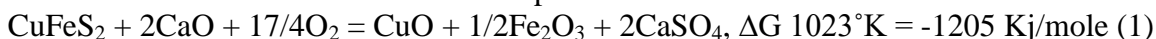


An unroasted chalcopyrite mineral sample was heat treated at 800°C for 20 minutes (Sample U). Of course, the set of enriched mineral materials and lime were mixed in a hand mortar for 5 minutes and then subjected to roasting with air atmosphere. The X-ray diffraction diagram of this sample shows the value of Ca(OH)₂.

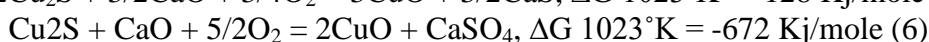
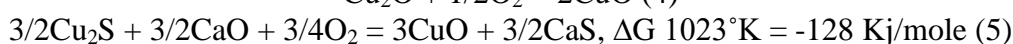
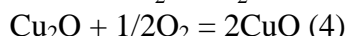
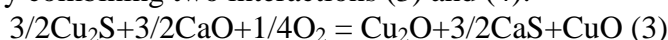
In the explanation of this problem, it can be said that in using a hand mortar, the mixing of enriched mineral materials and lime has not been done well, So that a small amount of lime is used to stabilize sulfur and the rest remains in the form of unprocessed lime among the materials resulting from the roasting process.

Also, the formation amount of CaS and CaSO₄ phases in the U sample is less compared to the B2 sample, but the amount of CuO phase formation in the U sample is significant. The non-uniform mixing of lime and enriched mineral in the U sample caused a small amount of sulfur to be stabilized by the formation of CaS and CaSO₄ phases, and the major part of it is removed by the formation of SO₂ gas.

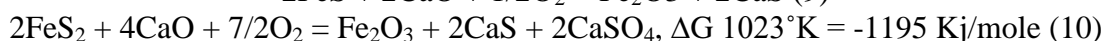
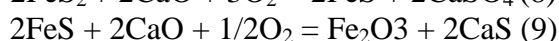
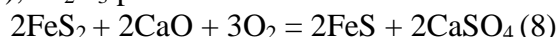
From the comparison of X-ray diffraction patterns of U and B2 samples in Figure (4), it can be seen that the calcination process has a significant effect on roasting and sulfur removal. In general, the interactions of the roasting operation with the air atmosphere for copper and iron sulphide minerals in the lime environment are predicted as follows:



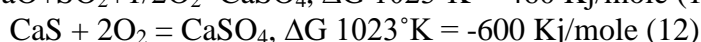
Interaction (5) is done by combining two interactions (3) and (4):



In addition to interactions (1), Fe₂O₃ phase can be formed from interactions (10) in two steps:



In general, according to interactions (11) and (12), the formation of CaSO₄ phase is predicted from CaS :



In the X-ray diffraction pattern of sample B2 in Figure (4), it was observed that the intensity of the peaks of the iron oxide phase (Fe₂O₃) is much lower than the intensity of the peaks of the copper oxide phase (CuO). In the case that the free energy for the formation of iron oxide phase is more negative than that of copper oxide, consider the interactions (6) and (5) as a comparison, Firstly, copper lamp was used in phase analysis by XRD method, if copper rays do not show iron oxide compounds as well as copper oxide compounds.

Secondly, some of the FeS₂ phase (the main phase of iron in the enriched mineral) is used to form chalcopyrite and bornite phases according to interaction (2). Of course, it is possible that the formed Fe₂O₃ phase is amorphous and some of it is placed in the X-ray diffraction pattern.

3.3. Leaching. In order to increase the dissolution and achieve better leaching conditions, several Leaching tests were performed on a sample of enriched chalcopyrite mineral that was not roasted. In this order, the parameters of the ratio of sulfuric acid volume to solid weight, acid concentration and Leaching temperature were carefully investigated. Among all dilute acid concentrations, the improvement of leaching conditions was observed in acid with a concentration of 106.6 grams per liter.

Therefore, to reach other normal leaching conditions, sulfuric acid with a concentration of 106.6 grams per liter was used. The ratio of acid volume to solid weight did not have much effect on the amount of solubility, but nevertheless, the ratio of acid volume to solid weight of 1:40 has

obtained the best overall result. Figure (5-a) showed that increasing the temperature has a significant effect on the solubility of copper.

In this form, the effect of heat can be seen especially in the change from 25 to 50 degrees Celsius, which increases the solubility of copper by increasing the temperature to 65 degrees Celsius, although it has changed slightly compared to 50 degrees Celsius, but it leads to maximum extraction. Copper has been leached in all times.

By examining the leaching conditions of the control sample, it was found that the normal conditions for leaching in acid with a concentration of 106.6 grams per liter, the ratio of acid volume to solid weight 40:1, temperature of 65 degrees centigrade and after 24 hours of leaching time. The maximum amount of copper dissolution from leaching the control sample under the mentioned optimal conditions was 36%.

Table 3. Samples prepared for Leaching Operations

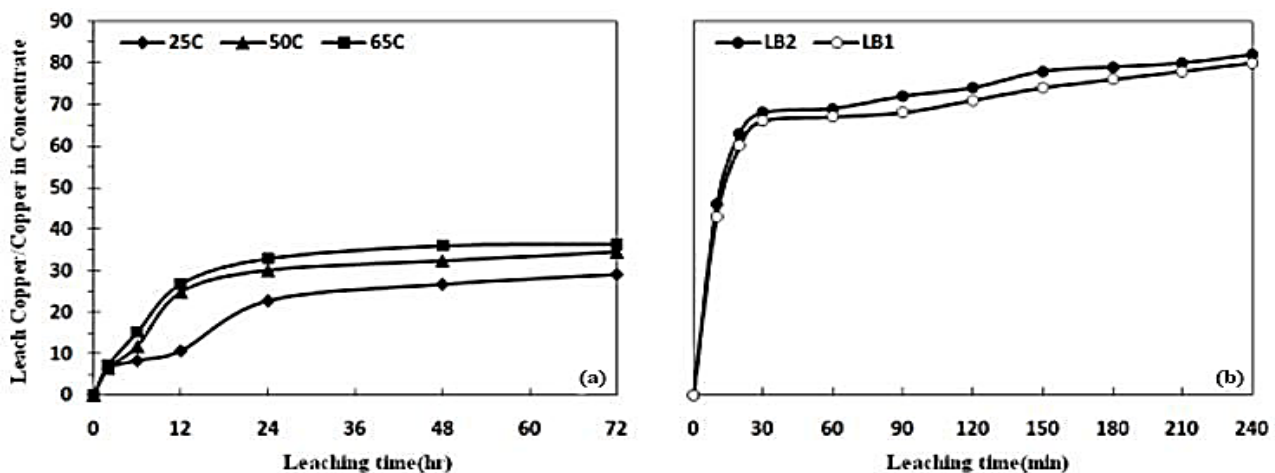
Sample Preparation Steps		Sample Code after Leaching
1- Calcination Operation	2- Roasting with Air Atmosphere	
6 hours in Air Atmosphere	20 inutes at 800 degrees Celsius	LB1
6 hours in Oxygen Atmosphere	20 minutes at 800 degrees Celsius	LB2

The optimal conditions obtained in the leaching of the witness sample were used for the leaching of the thermally cleaned samples. In this sense, the prepared samples were leached according to table (3). In order to determine the copper dissolution rate of LB1 and LB2 samples in sulfuric acid, At first, leaching was done with 2, 4, 6, 12 and 24 hours, And the copper recovery rate was fixed after 4 hours of leaching. Therefore, sampling of the washing solution was carried out between 30 and 240 minutes (with a period of 30 minutes).

As can be seen from the figure (5-b), For both LB1 and LB2 samples, the dissolution progresses at a high speed in the first 30 minutes, as most of the copper recovery for both samples takes place in this time interval. If the dissolution process is divided into 2 stages, the main reason for this behavior becomes clear, in the first 30 minutes (first stage) the CuO phase formed from the leaching process is easily dissolved in dilute sulfuric acid and the dissolution rate is high.

The time periods after 30 minutes (second stage) were used to dissolve the CuFeS₂ and Cu₅FeS₄ phases, so that the dissolution rate suddenly showed a significant decrease in this stage. However, after 4 hours of leaching time, the amount of copper obtained from leaching LB1 and LB2 samples was respectively 81 and 83%.

Figure 5. Graph of changes in copper recovery according to washing time for samples (a): unroasted chalcopyrite and (b): roasted LB1 and LB2



First, the comparison of the leaching of LB1 and LB2 samples in Figure (5-b) with the leaching of the non-roasted sample in Figure (5-a) shows the significant effect of the calcination

process on the leaching process. Secondly, it can be observed that, in principle, by separating and fixing sulfur in the form of a solid phase, the leaching process can be performed with acceptable efficiency and speed.

4. Conclusion. In general, the results can be summarized as follows:

1- Performing the calcination operation on the mixture of enriched chalcopyrite mineral and lime in the time of 1 and 6 hours in the oxygen environment results in the formation of a very small amount of CaS phase, but by performing the calcination operation in the air atmosphere, the CaS phase is not formed.

2- The process of roasting with argon atmosphere resulted in the removal of chalcopyrite mineral sulfur through the formation of CaS phase, but in general it was not a suitable environment for the formation of copper and iron oxide phases.

3- As a result of calcination and proper mixing by the ball mill, most of the sulfur in the enriched chalcopyrite is converted into CaS and CaSO₄ during roasting with atmospheric air, and only a small amount of chalcopyrite sulfur is removed by the formation of SO₂ gas.

4- From the leaching of the samples obtained from the roasting operation, it was found that the largest part of copper recovery takes place in the first 30 minutes of leaching, and increasing the time up to 4 hours has little effect on copper separation. In this way, in addition to reducing the leaching time, the possibility of dissolving undesirable components such as iron is reduced.

5- In the process of leaching the samples obtained from roasting, due to the insolubleness of CaS and CaSO₄ in sulfuric acid, sulfur remains in the solid residue of leaching, and this residue includes CaS, CaSO₄, Fe₂O₃ and insoluble concentrated silicates.

6- The dissolution rate of copper from the washing solution of the non-roasted concentrate sample was 36%, while the dissolution rate of copper from the washing solution of the thermally washed samples reached more than 80%.

5. Acknowledgment. We hereby express our gratitude and appreciation for the all-round cooperation of the honorable management of the Inorganic Materials Technology laboratory of the Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan for the implementation of the laboratory part of this research.

LITERATURE

1. Li. Xiaohua, et al. "Solvometallurgical process for extraction of copper from chalcopyrite and other sulfidic ore minerals," *Green chemistry*, p. 417-426, Feb 2020.
2. A. R. Burkin, "Chemical Hydrometallurgy Theory and Principle," Imperial Collage Press, (ICP), London, p. 10-15, 1979.
3. B. S. Terry and G. Riveros, "Lime Concentrate Process for Roasting of Copper Bearing Sulfides," *Mining Metall*, Vol. 103, no.1, p. 193-200, 1994
4. R. W. Bartlett, and H. H. Haung, "The lime-concentrate-pellet roast process for treating copper sulfide concentrates," *JOM*, Vol. 25, p. 28-34, 1973
5. K. Rajamani, and H. Y. Sohn, "Kinetics and sulfur fixation in the reduction or oxidation of metal sulfides mixed with lime," *Metallurgical Transactions*, B. 14, p. 175-180, 1983.
6. F. Habashi, "Principles of extractive metallurgy," Routledge, 2017.
7. N. Sandish and H. K. Worner, "Microwave Application in the Oxidation of Metal Sulfides," *J. Microwave Power Electromagn. Energy*, Vol. 25, p. 177-180, 1996.
8. F. P. Harvey and M. M. Wong, "Making Copper without Pollution," *Min. Eng*, Vol. 24, p. 52-53, 1972.
9. G. Riveros and T. Marin, "Lime Concentrate Roasting Studies-Effect of Activated Lime Stone," *Miner. Eng*, Vol. 17, p. 469-471, 2004.
10. P. Baláž, "Mechanical activation in hydrometallurgy," *International journal of mineral processing*, Vol. 72, p. 341-354. Apr 2003.
11. M.E. Wadsworth, J.D. Miller, "Hydrometallurgical processes," *Rate processes of extractive metallurgy*, p.133-244, 1979.
12. S. Har, and H. Sohn, "The kinetics of metallurgical reactions," *Fundamentals of Metallurgy*, p. 270, Oct 2005.
13. A. B. Gümüŝ, C. Aslan, and S. Ilhan, "Hydrometallurgical Recovery of Valuable Metals from Hazardous Petrochemical Industry Waste and Kinetic Investigation," *Journal of Sustainable Metallurgy*, p. 1535-1549, Apr 2023.
14. W. U. Keng, et al. "Research methods on the reaction kinetics of metallurgical reaction engineering," *Nonferrous Metals Science and Engineering*, p.1-6, Apr 2014.

15. Z. Zuo, et al. "Thermodynamic analysis on molten slag waste heat cascade recovery method (MS-WHCR)," Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol.134, p. 2171-2181, 2018.
16. G. Araya, et al. "Leaching of oxide copper ores by addition of weak acid from copper smelters," Metals, p. 627, May 2020.
17. N. Toro, et al. "Dissolution of pure chalcopyrite with manganese nodules and waste water," Journal of Materials Research and Technology, p. 798-805, Jan 2020.
18. P. C. Hernández, et al. "Leaching of chalcopyrite in acidified nitrate using seawater-based media," Minerals, p. 238, June 2018.

ОМУҶИШИ ТАЪСИРИ ОРОМКУНАНДА БА МИНЕРАЛИ ХАЛКОПИРИТИ КОНИ МИСИ АЙНАК

Дар таҳқиқоти мазкур бо истифода аз оксиди калсий таъсири калсинизатсия ба минерали ганишудаи халкопирити кони миси Айнак баррасӣ карда шудааст. Таъсири калсинатсия ба раванди тозакунии низ таҳқиқ карда шуд ва дар ниҳоят таъсири дугонаи калсинизатсия ва тозакунии ба раванди шусташавии кислотаи сулфати моеъ таҳқиқ карда шуд. Намунаҳои халкопирити минералӣ, ки бо оксиди калсий бой карда шудаанд, дар вақтҳои гуногун дар атмосфераи ҳаво ва оксиген оташ зада шуданд. Пас аз он таҳлили гармидиҳӣ (DSC-TGA) барои ба даст овардани ҳадди акалии ҳарорат ва вақт барои тоза кардани ин намунаҳо истифода шуд. Намунаҳои бирёншуда дар ҳарорати 800 дараҷа дар давоми 20 дақиқа дар зери аргон ва ҳаво тоза карда шуданд. Намунаҳои тозашуда дар ҳаво ва намунаи минерали ганишудаи сӯхташуда (ҳамчун назорат) дар вақтҳои гуногун шуста шуданд. Натиҷаҳои таҳлили фазавӣ бо истифода аз XRF нишон доданд, ки миқдори зиёди сулфур дар минерали ганишуда хангоми гарм кардани намунаҳои калсинашуда дар атмосфераи ҳаво ба CaS ва CaSO₄ табдил меёбанд. Натиҷаҳои таҳлили атомии абсорбсионӣ нишон доданд, ки қариб 70 фоизи ҷудошавии мис барои намунаҳои оташгиранда дар атмосфераи ҳаво дар 30 дақиқаи аввали шусташавӣ ба амал меояд ва то 4 соат зиёд кардани муҳлат ба ҳосилшавии мис таъсири кам мерасонад. Азбаски CaS ва CaSO₄ дар кислота ҳалнашавандаанд, сулфур хангоми шусташавӣ дар шакли саҳт боқӣ монд. Ба ин маводҳои саҳт дохил мешаванд CaS, CaSO₄, Fe₂O₃ ва минералҳои ҳалнашаванда, ки дар силикатҳо бой шудаанд.

Калидвожаҳо: миси Айнак, калсинизатсия, халкопирит, кони мис, шусташавӣ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОКАЛИВАНИЯ НА ХАЛКОПИРИТОВЫЙ МИНЕРАЛ АЙНАКСКОГО МЕДНОГО РУДНИКА

В данном исследовании было исследовано влияние прокаливания на обогащенный минерал халькопирит медного рудника Айнак с использованием оксида кальция. Также было исследовано влияние прокаливания на процесс рафинирования и, наконец, исследовано двойное влияние прокаливания и рафинирования на процесс выщелачивания разбавленной серной кислотой. Образцы минерала халькопирита, обогащенного оксидом кальция, обжигались в атмосфере воздуха и кислорода в разное время. Затем с помощью термического анализа (ДСК-ТГА) были получены минимальные температура и время, необходимые для уточнения этих образцов. Обожженные образцы очищали при температуре 800 градусов Цельсия в течение 20 минут в атмосфере аргона и воздуха. Очищенные образцы в атмосфере воздуха и образец необоженного обогащенного минерала (в качестве контроля) выщелачивали в разное время. Результаты фазового анализа с помощью РФА показали, что значительное количество серы в обогащенном минерале превращается в CaS и CaSO₄ при нагревании обожженных образцов в атмосфере воздуха. Результаты атомно-абсорбционного анализа показали, что почти 70 процентов отделения меди обожженных образцов в атмосфере воздуха происходит за первые 30 минут выщелачивания, а увеличение времени до 4 часов мало влияет на получение меди. Поскольку CaS и CaSO₄ нерастворимы в кислоте, при выщелачивании сера оставалась в твердой форме. Эти твердые материалы включают CaS, CaSO₄, Fe₂O₃ и нерастворимые минералы, обогащенные силикатами.

Ключевые слова: Айнакская медь, кальцинирование, халькопирит, медный рудник, выщелачивание.

INVESTIGATING THE EFFECT OF CALCINATION ON CHALCOPYRITE MINERAL OF AYNAC COPPER MINE

In this research, the effect of calcination on the enriched chalcopyrite mineral of Aynak copper mine with the using of calcium oxide was investigated. Also, the effect of calcination on the refinement process was investigated, and finally, the dual effect of calcination and refinement on leaching process with dilute sulfuric acid was investigated. Samples of enriched chalcopyrite mineral with calcium oxide were roasted under air and oxygen atmospheres at different times. Then, with the using of thermal analysis (DSC-TGA), the minimum temperature and time needed to refine these samples were obtained. The roasted samples were refined at 800 degrees celsius for 20 minutes under argon and air atmospheres. The refined samples under air atmosphere and a sample of non-roasted enriched mineral (as a control) were leached at different times. The results of phase analysis by the using of XRD showed that a significant amount of sulfur in the enriched mineral is converted into CaS and CaSO₄ by heating the roasted samples under air atmosphere. The results of atomic absorption analysis showed that nearly 70 percent of copper separation for roasted samples under air atmosphere takes place in the first 30 minutes of leaching, and increasing the time up to 4 hours has little effect on receiving copper. Because CaS and CaSO₄ are insoluble in acid, sulfur remained in solid form during leaching. These solid materials include CaS, CaSO₄, Fe₂O₃ and insoluble silicates enriched minerals.

Keywords: Aynak Copper, Calcination, Chalcopyrite, Copper Mine, Leaching.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Абдул Ҳалим Раҳмонӣ* - Донишгоҳи Чавзҷон, ассистенти калони кафедраи муҳандисии саноати моддаҳои ғайриорганикӣ. **Суроға:** 1901, Афғонистон, ш. Шибирғон, кӯчаи Донишгоҳ. Телефон: **(+93) 799-10-53-61**. E-mail: **ab.halim.rahmani@ju.edu.af**

Абдул Ҷамил Ҳайдарӣ – Донишгоҳи Чавзҷон, дотсенти кафедраи муҳандисии саноати моддаҳои ғайриорганикӣ. **Суроға:** 1901, Афғонистон, ш. Шибирғон, кӯчаи Донишгоҳ. Телефон: **(+93) 787-36-50-58**. E-mail: **jamilhaidari@ju.edu.af**

Абдул Қайом Раҷабӣ – Донишгоҳи Чавзҷон, профессори кафедраи химияи умумӣ. **Суроға:** 1901, Афғонистон, ш. Шибирғон, кӯчаи Донишгоҳ. Телефон: **(+993) 787-49-60-91**. E-mail: **ab.qayom.rajabi@ju.edu.af**

Сведения об авторах: *Абдул Ҳалим Раҳмони* – Джаузджанский университет, старший ассистент преподаватель кафедры промышленности неорганических веществ. **Адрес:** 1901, Афганистан, г. Шибирган, Университетская улица. Телефон: **(+993) 799-10-53-61**. E-mail: **ab.halim.rahmani@ju.edu.af**

Абдул Ҷамил Ҳайдарӣ – Джаузджанский университет, доцент кафедры промышленности неорганических веществ. **Адрес:** 1901, Афганистан, г. Шибирган, Университетская улица. Телефон: **(+93) 787-36-50-58**. E-mail: **jamilhaidari@ju.edu.af**

Абдул Қайом Раҷабӣ – Джаузджанский университет, профессор кафедры общей химии. **Адрес:** Адрес: 1901, Афганистан, г. Шибирган, Университетская улица. Телефон: **(+993) 787-49-60-91**. E-mail: **ab.qayom.rajabi@ju.edu.af**

Information about the authors: *Abdul Halim Rahmani* – Jawzjan University, Senior Assistant Lecturer, Department of Inorganic Industry. **Address:** 1901, Afghanistan, Sheberghan, University Street. Phone: **(+993) 799-10-53-61**. E-mail: **ab.halim.rahmani@ju.edu.af**

Abdul Jamil Haidari – Jawzjan University, Associate Professor, Department of Inorganic Industry. **Address:** 1901, Afghanistan, Sheberghan, University Street. Phone: **(+93) 787-36-50-58**. E-mail: **jamilhaidari@ju.edu.af**

Abdul Qayum Rajabi – Jawzjan University, Professor, Department of General Chemistry. **Address:** Address: 1901, Afghanistan, Sheberghan, University Street. Phone: **(+993) 787-49-60-91**. E-mail: **ab.qayom.rajabi@ju.edu.af**

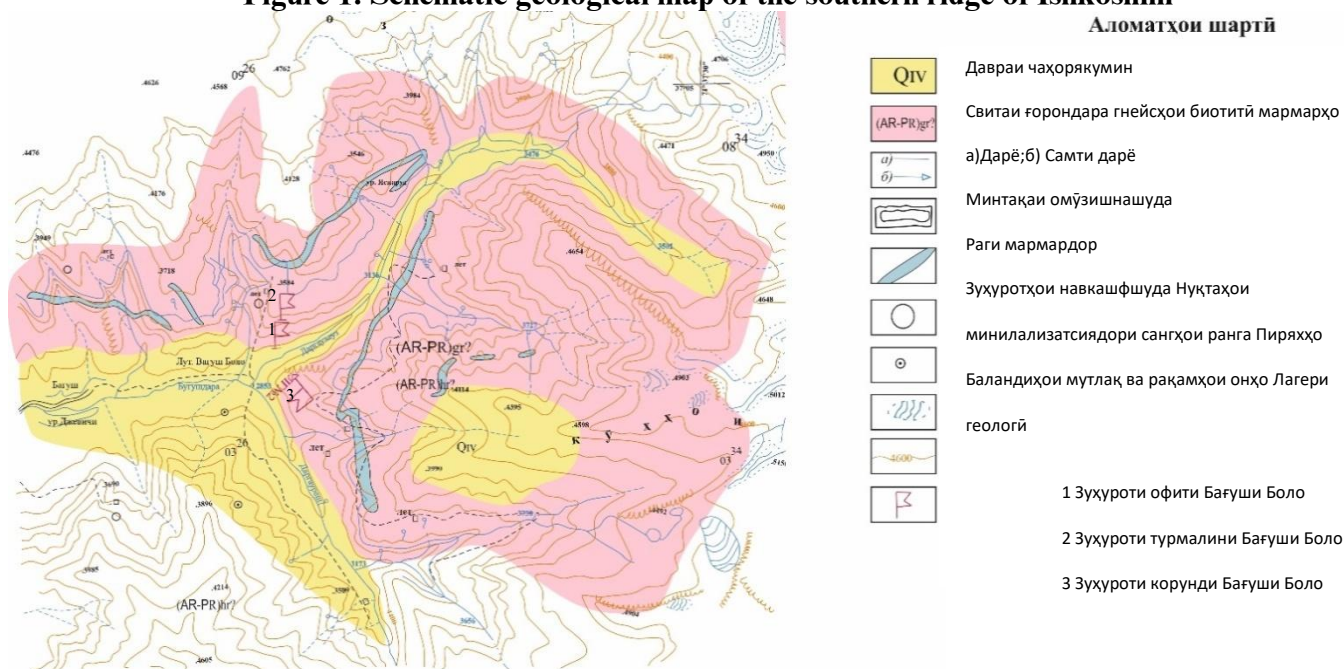
**ОИД БА ЗУҲУРОТИ ОФИТИИ БАҒУШИ БОЛО
(қаторкӯҳи чанубии Ишкошим)**

Баҳодурова О.Р., Мехробшоев Ф.Р.

Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ

Майдони корӣ асосан дар худуди ноҳияи Ишкошими Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшони Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷойгир мебошад (расми 1).

**Расми 1. Харитаи нақшавии геологии қаторкӯҳи чанубии Ишкошим
Figure 1. Schematic geological map of the southern ridge of Ishkoshim**



Баъди инқилоби Октябр дар ноҳияи таҳқиқшаванда ба омӯзиши мунтазам шуруъ намуданд. Таҳқиқотҳои аввалин аз ҷониби Наливкин Д.В., Чуенко П.П., Папов В.И., Лабунсов А.И., Юдин Г.Л. бо тавсифи минералогӣ-петрографии қабатҳои метаморфӣ бахшида шуда буданд. Бори аввал Лабунсов А.И. чинҳои дорои минерализатсияи лаъл ва танаҳои пегматитӣ бо дравитро дар майдони қони Кӯҳи-Лаъл тавсиф намудааст.

Дар охири солҳои 30-юм ва аввали солҳои 50-ум ноҳияи омӯхташаванда аз ҷониби таҳқиқотчиён Никитин И.К., Недзведский А.П., Рабкин М.И., Майоров А.И., Нилсова З.И., Великославинский Д.А., Свирид В.Л., Хорев Н.А. ва дигарон бо мақсади ҷустуҷӯӣ, иктишоф ва истихроҷи абрақ (*слюда*) ва пейзақварс барои саноати радиотехникӣ мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Дар натиҷаи гузаронидани ин корҳо, ҳамзамон, як қатор маълумотҳои оиди сангҳои ранга низ пайдо карда шуданд.

Аз ҳама муҳим дар ин самт корҳои ба сомон расонидаи Булина В.П. дар солҳои 1957-1959 барои тартиб додани харитаи геологии давлатии миқёси 1:200 000 махсуб мешавад.

Дар солҳои 1958-1960 дар майдон аз тарафи ҷарғияи Ваҳон бо роҳбарии Л.Н. Россовский ҷустуҷӯи металлҳои нодир гузаронида шуд. Аз тарафи ин ҷарғия майдони пегматитҳои металлҳои нодирдоштаи Пиш-Ходоржив, Нишусп, Шоҳдара ва Бағуш - Абхарв ҷудо карда ва тавсиф шудаанд.

Сохти геологии минтақаи қорӣ мураккаб буда, қисми зиёди он ба пайдоишҳои дорои дараҷаи баланди метаморфӣ шомил мебошанд. Дар минтақаи омӯзишшаванда

тахшинҳои давраи чаҳорякумин ва баромади чинҳои интрузивӣ ба мушоҳида мерасанд.

Қабати чинҳои метаморфикии архею протерозой, ки бо номи серияи ваҳон муттаҳид карда шудаанд, дар майдони қорӣ густариши васеъ доранд. Пайдоиши онҳоро бо метаморфизми саҳти регионалии форматсияи терригенӣ алоқаманд медонанд. Аз сабаби дараҷаи баланди дислокатсионӣ, метаморфизми саҳт ва якҷинсагии таҳшинҳои бавучудомада ҷудокунии қабатҳо ба свитаҳо душворихоро пеш меорад. То ба дараҷае шартан аз рӯи горизонти мрамарҳои нишондори серияи Ваҳон ба 6 свита- Форон, Хоруғ, Даршай, Шуғнон, Вранг ва Друмдара ҷудо карда шудаанд.

Ғайр аз ин, қабатҷаҳои мрамарҳои ғафсиашон аз якҷанд метр то даҳҳо метр ва қабатҳои гнейсҳои дистену силлиманитӣ мушоҳида карда мешаванд. Хусусиятҳои хосси свита- ин мигматизатсияи пурзӯри такроршавандаи чинҳо буда, аз наздик будани онҳо бо плутони Помиру Шуғнон шаҳодат медиҳад.

Таҳшинҳои давраи чаҳорякумин бо пайдоишҳои пиряхӣ, аллювиалӣ ва кӯлӣ муаррифӣ мегарданд.

Таҳшинҳои пиряхӣ ба шакли моренаҳо мувофиқ ба самтҳои тулкашии дарёҳо рушд кардаанд. Моренаҳо аз тӯдаҳои дорои шикастапораҳои андозаашон гуногун иборат буда, дар қисмати мобайнӣ ва болоии шохобҳо ҷойгир шудаанд. Онҳо аз шикастапораҳои граниту гнейсӣ, маводҳои сементшудаи регсангу хокӣ ва дар таркиби ин маводҳо линзаҳои регдори гуногундона иборат мебошанд. Инчунин, дар минтақаҳои ҳамвортари наздикии дарё харсангҳои гуногунандоза ва шағал дучор меоянд.

Дар мавзеи қорӣ танаҳои граниту гнейсҳо ва плагиогранитҳо шакли линзамонанд ва қабатмонанд доранд. Ғафсии онҳо то 100 м ташкил дода, дар баъзе мавридҳо аз 500 м мегузарад. Марзи танаҳо бо чинҳои ҳамҷавори метаморфикӣ мувофиқ, қабатӣ ва иннексионӣ мебошанд. Пайдоишҳои дифференсиатсионии рағӣ асосан аз аплитҳо ва пегматитҳо буда, сохторан ва аз рӯи таркиби минералогӣ ба гнейсогранитҳо ва гранитҳои лейкократӣ наздиканд.

Таркиби минералогии гранитҳоро асосан плагиоклаз, калишпат, кварс, биотит ва мусковит ташкил медиҳад. Аз минералҳои аксессуарӣ сиркон (заргун), монотсит, апатит, сфен, гранат, андалузит, илменит, силлиманит ва турмалин бештар мушоҳида мешаванд. Бо гранитҳои массиви Помир-Шуғнон миқдори зиёди танаҳои пегматитӣ алоқамандӣ дошта, онҳо дар зонаҳои эндоконтактӣ ва экзоконтактӣ васеъ паҳн шудаанд.

Танаҳои пегматитӣ муқарраран тибқи маълумоти Россовский Л.Н. (1960) ба сингенетикӣ ва эпигенетикӣ тақсим мешаванд. Пегматитҳои сингенетикӣ аксаран соҳти дуруштдона нисбат ба гранитҳои модарӣ доранд.

Пайдоишоти интрузивӣ андозаҳои гуногун дошта, 220 км дарозӣ ва 8-25 км паҳноӣ доранд, ки афтишашон ҷониби шимолу шарқӣ мебошад. Баромади он ба рӯи замин майдони қариб 90 км² —ро дарбар мегирад.

Аз лиҳози ҷойгиршавии тектоникии Помир минтақаи тадқиқшаванда ба ҳудуди минтақаи тектоникии Ҷанубу Ғарбии Помир шомил мебошад. Аз рӯи муносибати сохторӣ ноҳия ба минтақаҳои сохтори-фатсиалии Ваҳони минтақаи Ҷанубу Ғарбии Помир мансуб аст.

Дар минтақаи Ҷануби Ғарбии Помир як қатор қонҳо, зухурот ва нуқтаҳои минерализатсионии ашёи минералӣ, хосса сангҳои қиматбаҳову ороишӣ қайд шудаанд. Дар миёни майдонҳои пегматитии муайянбуда, майдони пегматитии Намадгӯт, ки дорои металлҳои нодир ва REE (TR) мебошад, дар сурати истифодаи ҳамҷониба метавонад, ки дар пешбурди иқтисоди кишвар саҳми калон гузорад.

Дар натиҷаи гузаронидани қорҳои ҷустуҷӯӣ-баҳодихии тайи солҳои 2022-23 аз ҷониби геологони Экспедитсияи геологӣ-иктишофӣ сангҳои қиматбаҳо ва ороишии Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон бо ҳамдастии қормандони Институти геология, сохтмони ба заминчунӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ дар

қисмати рости болооби дарёи Бағуши Боло (қаторкӯҳҳои ҷанубии Ишкошим) зухуроти офитӣ ошқор карда шуд. Танаи маъданӣ миёни пайдоишоти карбонатитмонанд ҷойгир аст. Танаи шабеҳи карбонатитӣ шакли штокмонандро доро буда, таркиби калситӣ доранд (расми 2).

Расми 2. Баромади танаи шабеҳи карбонатитӣ дар қисмати рости дарёи Бағуши Боло (қаторкӯҳи ҷанубии Ишкошим)

Fig. 2. Outcrop of a similar carbonatite trunk in the right part of the Upper Bagush River (southern mountain range of Ishkoshim)



Ин пайдоишот ранги сафед ва сафеду хираро соҳибанд. Офитҳо асосан дар қисмати марказии танаи маъдании карбонатитмонанд маҳфуз буда, ранги сабз ва сабзи хираро доранд. Ғафсии танаҳои офитӣ то 2 метр буда, дар баъзе мавридҳо онҳо рағачаҳои хурди то 5 см-ро ташкил медиҳанд (расми 3).

Расми 3. Зухуроти офитӣ (дар марказ) дар танаи пайдоиши шабеҳи карбонатитӣ (қаторкӯҳи ҷанубии Ишкошим)

Fig. 3. Ophitic manifestations (in the center) in the body of a similar carbonatite formation (southern mountain range of Ishkoshim)



О ПРОЯВЛЕНИИ ОФИТА ВЕРХНЕГО БАГУША (ИШКАШИМСКИЙ ХРЕБЕТ)

По результатам геологоразведочных и оценочных работ в 2022-2023 годах геологами Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан при сотрудничестве с научными сотрудниками ИГССС НАНТ в правом верхнем течении реки Багуш (южное крыло Ишкашимского хребта) было выявлено офитовое проявление. Рудное тело мощностью 5 метров и длиной до 20 метров расположено между карбонатитоподобными образованиями. Карбонатитоподное тело имеет штокообразную форму и кальцитовый состав.

Карбонатиты белого и грязно-белого цвета. Офиты находятся преимущественно в центральной части образований и имеют зеленую и темно-зеленую окраску. Мощность офитовых жил достигает 2м, а в некоторых случаях они представляют собой небольшие жилы мощностью до 5 см.

В ходе анализа рентгенофазовым методом в составе офита обнаружены такие редкие минералы, как лизардит (серпентиновая группа) и эдинит (амфиболовая группа).

Объектом нашего исследования является один из новых объектов офитового проявления на территории Памира.

Ключевые слова: Верхний Багуш, Шохдара, Ишкашим, карбонатиты, офит, лизардит, эдинит.

ABOUT THE MANIFESTATION OF THE UPPER BAGUSH (ISHKOSHIM RIDGE)

Based on the results of geological exploration and assessment work in 2022-2023, geologists of the Main Department of Geology under the Government of the cooperation of IGERCS and NAST employees, discovered phytic phenomena in the right upper reaches of the Bagush river (southern Ishkoshim mountain range). The mineral body, 5 meters thick and up to 20 meters long, is located between carbonate formations. The carbonatite body has a stok-like shape and calcite composition.

These formations are white and off-white in color. Ophites are preserved mainly in the central body of the formations and have a green and dark green color. The thickness of ophitic trunks reaches 2 meters, and in some cases they are small rags up to 5 cm.

During the analysis as and study, minerals such as lizardite (serpentine group) and edinite (amphibole group) were discovered in the composition of the ophite using the X-ray phase method.

The object of our research is one of the newly discovered monuments.

Keywords: Bagushi Bolo, Shodara Ishkoshim, carbonate, ophite, lezardite, edinite.

Маълумот дар бораи муаллифони: *Баҳодурова Озодамоҳ Рустамбековна* – Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ходими хурди илмӣ. **Суроға:** 734063, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Айни, 267. Телефон: (+992) 501-05-02-93. E-mail: bahodurova93@gmail.com

Меҳробшоев Фариз Гуломшоевич – Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ходими хурди илмӣ. **Суроға:** 734063, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Айни, 267. Телефон: (+992) 502-07-65-56. E-mail: mehrobshoev@gmail.com

Сведения об авторах: *Баҳадурова Озодамоҳ Рустамбековна* – Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана, младший научный сотрудник. **Адрес:** 734063, ш. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Айни, 267. Телефон: (+992) 501-05-02-93. E-mail: bahodurova93@gmail.com

Меҳробшоев Фариз Гуломшоевич – Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана, младший научный сотрудник. **Адрес:** 734063, ш. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Айни, 267. Телефон: (+992) 502-07-65-56. E-mail: mehrobshoev@gmail.com

Information about the authors: *Bakhadurova Ozodamoh Rustambekovna* – Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Junior Researcher. **Address:** 734063, Dushanbe Highway, Republic of Tajikistan, Ayni Street, 267. Phone: (+992) 501-05-02-93. E-mail: bahodurova93@gmail.com

Mehrobshoev Fariz Gulomshoevich – Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Junior Researcher. **Address:** 734063, Dushanbe Highway, Republic of Tajikistan, Ayni Street, 267. Phone: (+992) 502-07-65-56. E-mail: mehrobshoev@gmail.com

ТЕХНИКА

УДК: 626.01

ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ УЧАСТКОВ РАЗВЕТВЛЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ТОННЕЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

Саидов М.Х., Ахмаджонов М.С., Хасанов Н.М.

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Введение. Гидротехнический тоннель СТ-4 Рогунской ГЭС предназначен для отвода реки на время строительства плотины и водосбросов. После завершения строительства каждое из ответвлений напорных тоннелей СТ-4 будет заглушено. Тампонаж будет выполнен только в переходах с верховой стороны низовой камеры затворов, там, где тоннель СТ-4 пересекает цементационная завеса плотины. По этой причине напорные тоннели и низовая камера затворов считаются временными сооружениями и после ввода в эксплуатацию плотины и машзала использоваться не будут.

Материалы и методы исследования. После того как земляные работы по проходке подземных сооружений будут закончены и смещения в окружающих горных породах прекратятся (необходимо проверить путем мониторинга оседания пластов), первоначальные нагрузки горной породы на бетонную обделку более действовать не будут. Система крепи породы тоннеля СТ-4 состоит из стальных ребер жесткости и неармированного бетона, либо армированного торкрет-бетона с железобетонными анкерами, имеющими ограниченный потенциал по развитию коррозии.

В долгосрочной перспективе некоторые элементы первоначальной крепи породы могут разложиться или ослабнуть, что будет зависеть от того, на какой срок они были рассчитаны. По этой причине к облицовке тоннеля применен вес клиньев породного массива, определенный при помощи анализа UNWEDGE, а также стандартный коэффициент нагрузки, равный 1,4, что соответствует состоянию, при котором крепь породы полностью теряет свою функциональность. Примененные нагрузки горной породы, действующие на разветвление и тоннели, приведены на рисунках 1-3.

Рисунок 1. Нагрузка породы, воздействующая на разветвление, часть 1

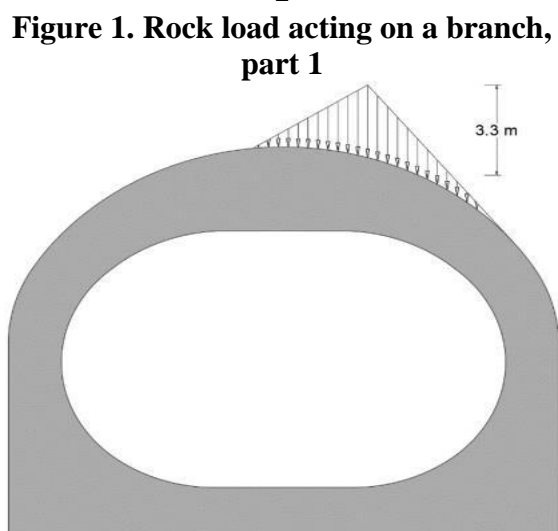


Figure 1. Rock load acting on a branch, part 1

Рисунок 2. Нагрузка породы, воздействующая на разветвление, часть 2

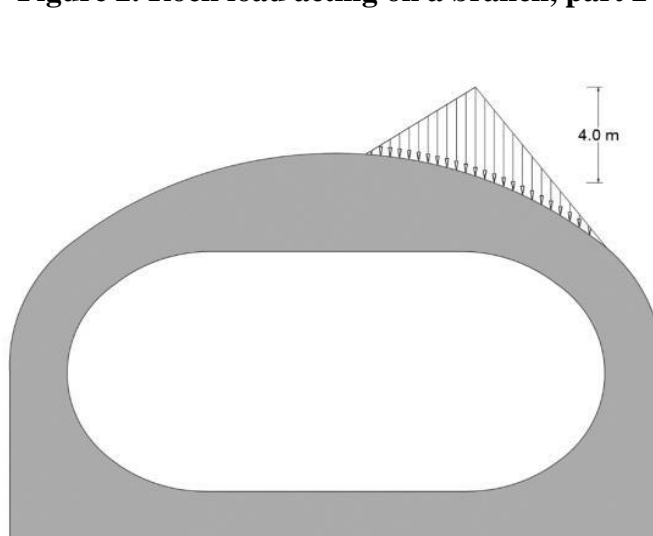
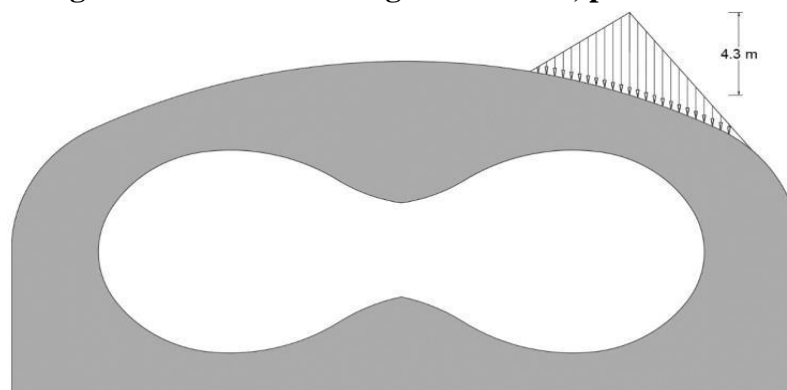


Figure 2. Rock load acting on a branch, part 2

Рисунок 3. Нагрузка породы, воздействующая на разветвление, часть 3
Figure 3. Rock load acting on a branch, part 3



Внутреннее статическое давление воды представляет собой гидростатическое давление внутри облицовки, рассчитываемое с учетом уровня воды в водохранилище (при различных вероятных условиях), а также уровня оси тоннеля. Самый верхний диапазон уровня воды в водохранилище в ходе эксплуатации системы СТ-4 находится в границах от 1203 м над ур.м. (максимально допустимый уровень водохранилища) до 1233 м над ур.м. (максимальный уровень паводка в ходе строительства).

Проектирование облицовки для внутреннего давления воды может быть выполнено с учетом метода [7] только для тех частей тоннеля, которые не имеют стальную облицовку. Согласно данной методике при проектировании необходимо учитывать воздействие сил фильтрации в облицовке и в горной породе, а также зависящую от деформаций водопроницаемость облицовки. В расчет необходимо также брать исторические сведения о развитии трещин и их влияние на распределение напряжений в кольцевой арматуре.

Таблица 1. Внутренний напор воды для тоннелей на различных уровнях водохранилища

Table 1. Internal water pressure for tunnels at different reservoir levels

	Уровень воды в водохранилище		
	Максимально допустимый уровень водохранилища (1203 м над ур.м.)	Максимальный уровень паводка в ходе строительства (1233 м над ур.м.)	Нормальный подпорный уровень (1290 м над ур.м.)
Разветвление-1*	112	142	199
Разветвление-2*	113	143	200
Разветвление-3*	114	144	201
Тип тоннеля 1* со стальной облицовкой	115	145	будет заполнено бетонным тампонажем
Тип тоннеля 2 и 2А* со стальной облицовкой	116	146	будет заполнено бетонным тампонажем
Тип тоннеля 3* со стальной облицовкой	116	146	будет заполнено бетонным тампонажем

При внутреннем давлении воды фильтрация в горную породу будет развиваться сквозь трещины в бетонной обделке. В зависимости от величины потерь напора из-за трещин некоторая часть внутреннего давления воды также присутствует с внешней стороны бетонной обделки. Данное давление является противодействием, действующим против действия внутренних сил. Поток фильтрации представляет собой нагрузку как на обделку,

так и на горную породу, и ее воздействие при расчете деформаций и напряжений в арматуре и горной породе игнорировать нельзя.

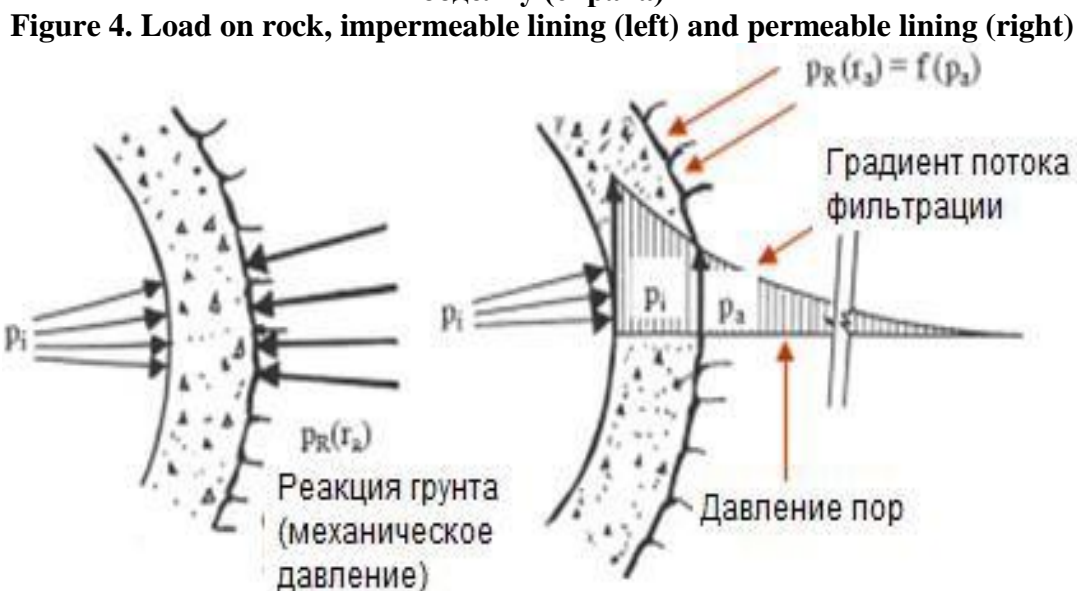
В случаях, когда напорный тоннель пролегает ниже уровня горизонта грунтовых вод, описанное выше противодействие (внешнее давление воды вокруг обделки) будет возникать либо развиваться быстрее, причем при более высоком уровне надежности.

Нагрузка породы в случае водонепроницаемой обделки (например, стальной облицовки) либо проницаемой обделки (бетонная обделка) приведена на рисунке 4. В случае непроницаемой обделки внутреннее давление воды $P_i = P_A + P_R$, где P_A представляет собой нагрузку, воспринимаемую обделкой, а P_R - горной породой. В случае проницаемой обделки вместо использования приведенного выше уравнения необходимо проверить некоторые условия совместимости, а именно:

- сумма радиальной деформации растрескавшейся бетонной обделки и горной породы должна быть равна радиальной деформации арматуры;

- потеря воды через растрескавшуюся бетонную обделку должна быть равна потерям воды через горную породу.

Рисунок 4. Нагрузка на породу, непроницаемую обделку (слева) и проницаемую обделку (справа)



Результаты и обсуждения. Расчет внешнего давления воды производится с учетом напора уровня грунтовых вод выше оси тоннеля. Сам по себе уровень грунтовых вод будет находиться под влиянием уровня водохранилища и изменится после того, как водохранилище будет заполнено. В расчетах обделки из армированного бетона во внимание принимается уровень грунтовых вод не до заполнения водохранилища, который игнорируется, а после, как более критичный для проекта.

Во время работы гидротехнического тоннеля СТ-4 уровень в водохранилище может подняться до 1203 м над ур.м. в нормальном состоянии или до 1233 м над ур.м. во время чрезвычайных паводковых условий, что составит продолжительность строительства тела плотины.

Сводная таблица внешнего напора воды, действующего на каждую часть системы СТ-4 в рамках рассмотренного в данной статье, при различных уровнях водохранилища представлена в таблице 2.

Таблица 2. Пониженный внешний напор воды в напорных тоннелях – разветвления с 1 по 3

Table 2. Reduced external water pressure in pressure tunnels – branches 1 to 3

	ri	ra	rg	2a₁	2a₂	d	уровень воды в водохранилище				
							12	03	1233	1290	
	м	м	м	л мм	мм	м	м над ур.м.	м над ур.м.	м над ур.м.	м над ур.м.	
Разветвление-1*	8.00	11.60	14.60	0.15	0	6	3	34		40	5 2
Разветвление-2*	9.23	12.73	15.73	0.15	0	6	3	31		36	4 7
Разветвление-3*	11.50	16.00	19.00	0.15	0	6		33		40	5 1

По окончании срока эксплуатации системы СТ-4 массивная заглушка из бетона будет поставлена на участке туннеля необходимой длины непосредственно перед низовой камерой затворов. Остальная часть туннеля заполняться бетоном не будет и останется в существующем виде. В этом случае затворы внутри верховой камеры затворов должны быть открытыми. Это означает, что когда уровень в водохранилище будет соответствовать нормальному подпорному уровню, напорный тоннель СТ-4 ни при каких обстоятельствах не будет опорожнен. Для расчета бетонной обделки в данных условиях в пустой туннель при полностью заполненном водохранилище в таблице, приведенной ниже, также включен напор грунтовых вод для НПУ.

Таблица 3. Напор внешней воды в тоннелях типов 1, 2 и 3

Table 3. External water pressure in tunnels of types 1, 2 and 3

	ri	ra	rg	2a₁	2a₂	d	Уровень воды в водохранилище		
							1203	1233	1290
							м над ур.м.	м над ур.м.	м над ур.м.
Тип туннеля 1*		-	-	-	-	-	115**	145**	туннель будет заполнен бетонным тампонажем**
Тип туннеля 2 и 2А*	-	-	-	-	-	-	60 по 46***	75 по 54***	туннель будет заполнен бетонным тампонажем**
Тип туннеля 3*	-	-	-	-	-	-	46 по 33***	54 по 33***	туннель будет заполнен бетонным тампонажем**

** Внешнее давление воды не снижено, поскольку это сечение находится выше по течению от цементационной завесы для туннелей типов 1.

*** Внешние давления воды снижены в связи с эффективностью цементационной завесы 50% для туннелей типов 2 и 3.

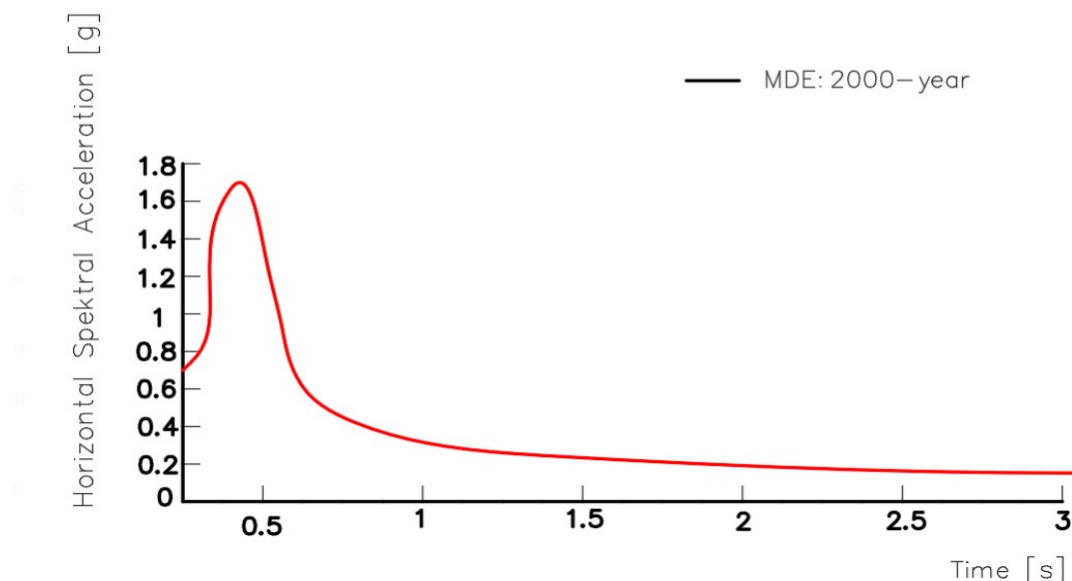
Пиковое ускорение грунта (PGA) при землетрясениях с различными периодами повторяемости для правого берега приведено в ссылке [1]. Исходя из данных показателей, проектирование напорных частей туннеля СТ-4, являющегося временным сооружением, будет осуществляться для максимального расчетного землетрясения с периодом повторяемости раз в 2000 лет.

Таблица 4. Сводная таблица проектных землетрясений для правого берега
Table 4. Summary table of design earthquakes for the right bank

Землетрясение	Период повторяемости [лет]	горизонтальное МУГ [г]
Максимальное расчетное землетрясение (SEE)	10000	1.08
Максимальное проектное землетрясение (MDE)	2000	0.69
Проектное землетрясение (DBE)	475	0.42
Рабочее землетрясение (OBE)	145	0.27

Спектр отклика для максимального проектного землетрясения приведен на рисунке 5.

Рисунок 5. Спектр отклика для землетрясения периодом повторяемости раз в 2000 лет
Figure 5. Response spectrum for a 2000-year earthquake



Расчет внешнего проектного давления воды осуществляется с использованием следующих допущений по условиям:

- отсутствие внутреннего давления воды;
- водопроницаемость нерастрескавшегося бетона;
- водопроницаемость заполненного цементацией участка;
- консервативная водопроницаемость горной породы;
- эквивалентный внутренний радиус обделки разветвления-1;
- эквивалентный внешний радиус обделки разветвления-1;
- радиус зоны горной породы с цементацией для разветвления-1;
- средняя ширина продольных трещин предполагается, что продольные трещины, возникающие по причине давления воды, во время и после опорожнения являются полностью закрытыми;
- среднее расстояние между радиальными трещинами.

Выводы:

-использование приведенных выше допущений для уровня водохранилища 1233 м над ур.м. приводит к внешнему давлению воды на обделку тоннеля типа разветвления 1, равному 40.3 32.2 м. Согласно консервативному сценарию приведенный выше расчетный напор воды увеличивается на 25%, следовательно, проектное внешнее давление воды составит 50 40.0 м;

-использование приведенных выше допущений по водопроницаемости горной породы и бетона, раскрытию трещин и расстоянию между трещинами, а также эквивалентным круглым тоннелям приводит к получению пониженного внешнего напора воды,

воздействующего на каждый тип проектных сечений. Результаты для участков разветвления с 1 по 3 приведены в таблице 2;

-внешнее давление воды не может быть снижено для тоннеля типа 1, расположенного выше по течению от цементационной завесы, поскольку стальная облицовка является водонепроницаемой. Стальная облицовка в этой части с круглым поперечным сечением была спроектирована как самонесущая система под полный напор внутреннего или внешнего давления;

-поскольку стальная облицовка начинается от конца разветвления на 36м выше цементационной завесы, является водонепроницаемой, а эффективность дренажной и цементационной завесы составляет 50%, внешнее давление воды для тоннелей 1, 2 и 3 уменьшено быть не может. Поэтому и расчет должен учитывать полный пропорциональный напор воды при различных условиях уровня воды в водохранилище в период эксплуатации СТ-4.

ЛИТЕРАТУРА

1. ROG-L3-ED-BD-GE-00-MI-CR-0001, Критерии проектирования – Правый берег
2. P3-ROG-B-CW-DT404-DT-CR-0001, L2-1 – Расчет прочности ДТ4 – Напорный туннель, от 6+00 до 12+37
3. ACI 318M-14, Building Code Requirements for Structural Concrete // [18] ACI 318M- 14, Строительные нормы и правила для конструкционного бетона
4. USACE, EM 1110-2-2901, 1997, Tunnels and Shafts in Rock // USACE, EM 1110- 2-2901, 1997, Туннели и шахты в материковом массиве
5. USACE, EM 1110-2-2104, 2016, Strength Design for Reinforced Concrete Hydraulic Structures // USACE, EM 1110-2-2104, 2016, Конструкционный расчет гидравлических сооружений из железобетона
6. Schleiss, A,” Design of Concrete Lining of Pressure Tunnels and Shaft for External Water Pressure”, Tunnelling Asia, new Delhi, India, 1997 // [21] Шляйс, А, «Проектирование бетонной обделки напорных туннелей и шахты для внешнего давления воды», Tunneling Asia, Нью-Дели, Индия, 1997 г.
7. Schleiss, A,” Design of reinforcement concrete lining of pressure tunnels and shafts”, International journal on hydropower & dams, 1997 // [22] Шляйс, А, «Проектирование железобетонной обделки напорных туннелей и шахт», Международный журнал по гидроэнергетике и плотинам, 1997 г.
8. “Seismic design and analysis of underground structures”, Youssef M.A. Hashash, J. Hook, Tunnelling and Underground Space Technology, 2001 // [23] «Сейсмическое проектирование и анализ подземных сооружений», Юссеф М.А. Хашаш, Дж. Хук, Технология прокладки туннелей и устройства подземных пространств, 2001 г.
9. ASCE 7 – 2010, Minimum design loads for buildings and other structures // ASCE 7– 2010, Минимальные проектные нагрузки для зданий и прочих сооружений.
10. Hydroproject Institute Moscow HPI: various geological maps and vertical section of Lot 3 and Lot 4; 2014 and 2015 // ГПИ, Москва: различные геологические карты и вертикальный разрез по Лоту 3 и Лоту 4, 2014 и 2015 гг.
11. Main Dept. of Geology, Govt. of Rep. of Tajikistan, Unitary Enterprise “South Tajik; Prospecting”: Geological Map, right bank of the Rogun hydroelectric; 2012.// Главное управление геологии при Правительстве Республики Таджикистан, Унитарное предприятие «Южно-Таджикская геологоразведочная экспедиция»: геологическая карта, правый берег проекта Рогунской ГЭС, 2012 г.
12. AFRY-Samavian: Rogun HPP - Level 1 Design - Right and Left Bank Structure, General Layout, Geology Plan View; L1 DWG No.: ROG-L4-ED-BD-GE-00-GL-DG- 0001-A, September 2018.// Рогунская ГЭС – проект Уровня 1 – право- и левобережные сооружения, общая компоновка, геологический план, чертеж № ROG-L4-ED-BD-GE-00-GL-DG-0001-A

ҲИСОБКУНИИ МУСТАҲКАМИИ ҚИТЪАИ ШОҲАИ НАҚБИ ГИДРОТЕХНИКИИ СТ-4-и НБО-и РОГУН

Дар мақола тавсифи муҳтасари меъёрҳои ҳисобкунӣ, таъсири қувваҳо ва таҳминҳои, ки дар тарҳрезии шакли системавии шоҳаҳои нақби гидротехникии СТ-4-и НБО-и Рогун то охири қитъаҳои гузариш оварда шудааст. 12+37.30 то 13+57.35.

Дар қори илмӣ ҳисобкунии қувваи қисмҳои зерини системаи СТ-4 низ оварда шудааст. Шоҳа аз нақби диаметраш 15 метр то ду нақби хурди диаметраш 10,6 метр. Нақби фишори даврашакл, ки диаметраш 10,6 м аст, тамоми дарозии ин қисм бо пулод пушида шудааст. Нақби гузариш аз қитъаи буриши даврашакли диаметраш 10,6 м, то қитъаи росткунҷае, ки бараш 11,4 м ва баландиаш 7,0 м мебошад, ин қисми нақб рӯйпуши пулодӣ дорад.

Калидвожаҳо: меъёр, ҳисобкунӣ, қувваҳо, қисмҳои қӯҳӣ, шаклҳои шоҳаҳо, фишори нақбҳо, камераҳои дарвоза, фишори об, деформатсия.

ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ УЧАСТКОВ РАЗВЕТВЛЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ТОННЕЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

В статье приводится сводное описание критериев расчета, нагрузок и допущений, использованных при проектировании системной формы разветвления гидротехнического тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС до конца переходных участков, от Пк. 12+37.30 до 13+57.35.

Также приведен расчет прочности следующих частей системы СТ-4. Разветвление от тоннеля диаметром 15 м до двух небольших тоннелей диаметром 10,6 м. Напорный тоннель круглого сечения диаметром 10,6 м, вся длина данной части имеет стальную облицовку. Переходный тоннель от участка с круглым сечением диаметром 10,6 м до участка прямоугольного сечения шириной 11,4 м и высотой 7,0 м. Данная часть тоннеля имеет стальную облицовку.

Ключевые слова: критерий, расчет, нагрузка, породы, формы разветвления, напор тоннелей, камеры затворов, давление воды, деформация

STRENGTH DESIGN OF THE BRANCHING SECTION OF HYDRO-TECHNICAL TUNNEL ST-4 OF ROGUNSKAYA HPP

The paper summarizes the design criteria, loads and assumptions used in the design of the system form of branching of the hydro-technical tunnel ST-4 of Rogun HPP to the end of the transition sections, from Pk. 12+37.30 to 13+57.35.

Strength calculations of the following parts of the ST-4 system are also given. Branching from a 15 m diameter tunnel to two smaller 10.6 m diameter tunnels. A 10.6 m diameter circular cross-sectional pressure tunnel, the entire length of which is lined with steel. Transition tunnel from the circular section with a diameter of 10.6 m, to the rectangular section with a width of 11.4 m and a height of 7.0 m. This part of the tunnel has a steel lining.

Keywords: criteria, calculation, load, rocks, branching forms, tunnel head, gate chambers, water pressure, deformation.

Маълумот дар бораи муаллиф: Саидов Мансур Хамрокулович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи механикаи назариявӣ ва муқовимати мавод. Суроға: 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 919-03-26-29; 918-41-78-87

Ахмадҷонов Мирзоанвар Солиҷонович – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, магистри кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. Суроға: 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10

Ҳасанов Нуралӣ Мамедович – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессори кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. Суроға: 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 988-89-95-75

Сведения об авторах: Саидов Мансур Хамрокулович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов. Адрес: 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 919-03-26-29; 918-41-78-87

Ахмадҷонов Мирзоанвар Солиҷонович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, магистр кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. Адрес: 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10

Хасанов Нуралӣ Мамедович – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор технических наук, и.о. профессора кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. Адрес: 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 988-89-95-75

Information about the authors: Saidov Mansur Khamrokulovich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Theoretical Mechanics and Strength of Materials. Address: 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 919-03-26-29; 918-41-78-87

Akhmadzhonov Mirzoanvar Solizhonovich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Master of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. Address: 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10

Khasanov Nurali Mamedovich – Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Doctor of Technical Sciences, Acting Professor of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. Address: 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 988-89-95-75

УДК: 624.014.15(575.3)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИЕЖА ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕМЕНТА ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Мирджамолов А.М., Саидзода Дж.Х., Саидов Х.Х.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Введение. Большой размах гидротехнического и ирригационного строительства в Таджикистане в условиях минерализованных подпочвенных вод ставит задачи изыскания путей получения цементов повышенной стойкости в сульфатных средах из местных природных материалов. Установлено, что цемент повышенной стойкости можно получить введением в портландцемент активных минеральных добавок или изменением минералогического состава цементного клинкера.

Применение гидравлических добавок для получения устойчивых в водной среде строительных растворов и бетонов известно давно. Гидравлические добавки после открытия в конце XVIII века романцемента привели к тому что в начале XIX портландцемент временно потерял своё значение, пока в начале XX века развитие гидротехнического строительства не вызвало вновь усиленное применение его для приготовления портландцементов повышенной стойкости.

Уже в тридцатых годах проводилось изучение влияния добавок вулканического происхождения на свойства и солестойкость полученных портландцементов повышенной стойкости.

Были изучены: вулканические кремнеземистые породы – пемза, пепел вулканический, туфы и трассы; осадочные кремнеземистые породы: диатомиты, трепелы и опоки.

В Средней Азии исследование гидравлических добавок началось с 1934 года в Средне-Азиатском научно-исследовательском институте ирригации. Были опробованы следующие гидравлические добавки:

- Трепеловидная порода месторождения Чапан-Ата(Узбекистан);
- Опокавидная порода месторождения Ангрэн (Узбекистан);
- Трепеловидная порода месторождения Баксук (аблыкская) (Узбекистан);
- Трепеловидная порода месторождения Шор-Су (Узбекистан);
- Опоковидная порода месторождения Дарбаза (Казахстан);
- Трепеловидная порода месторождения Гаурдак (Туркмения).

Довольно подробно изучены глиежи Ангрэнского месторождения. Полученные на их основе пуццолановые цементы отвечают требованиям ГОСТа и при добавке 10, 20, 30% превышают прочность исходного портландцемента.

Проверка солестойкой в 5% растворе сернокислого натрия и в бухарской воде показала, что добавка глиежи Ангрэнского месторождения повышает солестойкость портландцемента и может быть отнесена к группе активных добавок.

В территориях Таджикистана до настоящего времени не выявлено промышленных месторождений минеральных пород осадочного и вулканического месторождения, которые могут служить активными минеральными добавками к вяжущим материалам.

Предусмотренные проектным заданием Душанбинского цементного завода в качестве активных минеральных добавок-опоки месторождения Кермине Республики Узбекистан по результатам дополнительных исследований оказались не пригодными. Рост и специфика гидротехнического строительства в условиях Республики Таджикистана требуют применения цементов повышенной стойкости к агрессивным средам.

Это обстоятельство послужило основанием для изыскания путей получения пуццоланового цемента. Наиболее простым и приемлемым способом является получение пуццоланового портландцемента, приготовленного на основе клинкера Душанбинского

цементного завода из местных активных минеральных добавок. В этих целях производились исследования по определению активности глиежа Фан-Ягнобского месторождения.

Химический анализ проб глиежа производился в лаборатории физико-химических исследований НИИОргстроме тринолометрическим методом.

Глиеж Фан-Ягнобского месторождения расположен в Айнинском районе, Согдийской области в Республике Таджикистан.

Месторождение состоит из трех угленосных площадей – Западной, Центральной и Восточной, последние подразделяются на участки.

В районе месторождения расположен ряд населенных пунктов Рават, Габерут, Такфон и другие; районным центром является посёлок городского типа Айни, расположенный в 40 км севернее месторождения.

Месторождение расположено на двух хребтах Зеравшанском и Гиссарском.

Фан-Ягнобское каменноугольное месторождение известно с отдаленных времен.

Начиная с 1947 по 1955 г.г на Фан-Ягнобском месторождении проводились геолого-разведочные работы с целью выявления промышленных запасов угля. Работы осуществлялись Раватской геолого-разведочной партией Таджикского Геологического управления.

В настоящее время Фан-Ягнобское каменноугольное месторождение разрабатывается. Горелые породы месторождения не изучены. Горелые породы Фан-Ягнобского месторождения хорошо обнажены и выделяются на местности своей яркой окраской. Они залегают в виде пластов, часто образуют удлиненные карнизы и гривки.

Нами были проведены исследования 229 проб на определение активности по поглощению CaO и по одной технологической пробе глиежа и для сравнения с результатами были использованы месторождения Фан-Ягнобского и Ангреновского глиежей.

Химический анализ технологической пробы Фан-Ягнобского глиежа приведен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав пробы глиежа
Table 1. Chemical composition of the gliège sample

№ п/п	Наименование определений	Показатели в процентах
1	2	3
1	Потери при прокаливании	2,13
2	Окись кремния (SiO_2)	62,52
3	Окись алюминия (Al_2O_3)	25,0
4	Окись кальция (Fl_2O_3)	5,6
5	Окись кальция (CaO)	1,4
6	Окись магния (MgO)	1,41
7	Серный ангидрид (SO_3)	1,32
Сумма		99,38

Из приведенного анализа видно, что вредных компонентов SO_3 и MgO содержится в небольших количествах.

Малое содержание потерь при прокаливании свидетельствует о высокой степени обжига пород.

Глиеж Ангреновского месторождения горелых пород расположен в 110-120 км, юго-восточнее г. Ташкента и входит в пределы Ангреновского района Ташкентской области Республики Узбекистан.

Ангреновское месторождение горелых пород находится в северо-западной части угленосного района.

Ближайшими к месторождению населенными пунктами являются Турк, Баксук и другие мелкие селения.

Район Ангреновского месторождения является одним из наиболее изученных в Средней Азии.

Начиная с 1928 года и по настоящее время в районе Ангреноского месторождения проводятся геолого-съёмочные, поисковые и разведочные работы. Началом изучения горелых пород Ангреноского месторождения следует считать – 1939 год, когда Д.М. Богдановичем, проводившим детальную разведку каолинистых глин, были отобраны пробы горелых пород. Химико-технологические исследования указанных проб показали, что горелые породы обладают пуццоланистическими свойствами и могут быть использованы в качестве активной минеральной добавки в портландцемент.

Таблица 2. Химический состав глиежа Ангреноского месторождения
Table 2. Chemical composition of gliage from the Angren deposit

№ п/п	Наименование определений	Показатели в процентах
1	2	3
1.	Потери при прокаливании	2,56
2.	Окись кремния (SiO ₂)	67,0
3.	Окись алюминия (Al ₂ O ₃)	20,5
4.	Окись железа (Fe ₂ O ₃)	4,0
5.	Окись кальция (CaO)	1,51
6.	Окись магния (MgO)	0,84
7.	Серный ангидрид (SO ₃)	2,56
Сумма		98,97

Из данных таблицы 2 следует, что сравнительно небольшое содержание потерь при прокаливании свидетельствует о высокой степени обжига пород.

Результаты исследования. Определение активности глиежей Фан-Ягнобского и Ангреноского месторождений производили по ГОСТ 6269-63 «Активные минеральные добавки к вяжущим веществам».

Согласно ГОСТ 6269-63 минеральная добавка считается активной, если она отвечает следующим требованиям:

- а) обеспечивает конец схватывания теста, приготовленного на основе добавки и извести-пушонки, не позднее 7 суток после за твердения;
- б) обеспечивает водостойкость образца из того же теста не позднее 3 суток после конца его схватывания;
- в) обеспечивает поглощение извести из известкового раствора в течение 30 суток в количестве для глиежей не менее 30 мг *СаО* на 1 г добавки.

Определение активности минеральных добавок основано на способности поглощения добавками извести из известкового раствора.

Активная добавка считается тем активнее, чем больше она поглощает извести из ее водного раствора за определенный промежуток времени.

В качестве критерия для определения этой способности активных минеральных добавок принимается время (в сутках), за которое данная добавка может обеспечить схватывание и водостойкость теста на основе добавки и извести-пушонки. Чем активнее добавка, тем более короткое время требуется для обеспечения схватывания и водостойкости.

После конца схватывания образец извлекают из кольца и помещают в воду для определения водостойкости. Тесто признается водостойким в том случае, если в течение трех суток нахождения в воде не обнаруживается размывания образца и сохраняется четкость формы.

Результаты испытаний проб активных минеральных добавок помещены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты определения конца схватывания теста из смеси добавки с известью-пушонкой (активность извести 68%) по ГОСТ 6269-63
Table 3. Results of determining the end of setting of dough from a mixture of additive with fluff lime (lime activity 68%) according to GOST 6269-63

№№ п/п	Наименование добавок	Нормальная густота 1:0		Время конца схватывания теста (в сутках)
		в см ³	в процентах	
1	2	3	4	5
1.	Технологическая проба глиежа Фан-Ягнобского месторождения	120	30	через сутки
2.	Технологическая проба глиежа Ангреновского месторождения	122	30,5	через сутки

Образцы-близнецы после конца схватывания помещались в воду для определения водостойкости.

Тесто, приготовленное из смеси извести-пушонки и перечисленных активных добавок, в течение 3-х суток нахождения в воде не размывалось и сохранило четкость формы и его краев, т.е. образцы, изготовленные из теста, выдержали испытание на водостойкость.

Определение растворимого глинозема определялось по ГОСТ 6269-63 «Активные минеральные добавки к вяжущим веществам».

Результаты испытаний занесены в таблицу 4.

Таблица 4. Содержание растворимого глинозема в пробах
Table 4. Soluble alumina content in samples

№№ п/п	Наименование добавок	Растворимый глинозем (Al_2O_3)	
		фактический	по ГОСТу 6269-63
1	2	3	4
1.	Технологическая проба глиежа Фан-Ягнобского месторождения	2,25	не более 2
2.	Технологическая проба глиежа Ангреновского месторождения	2,33	не более 2

Обсуждение исследования. Из данных таблиц 3 и 4 следует, что технологические пробы глиежей Фан-Ягнобского и Ангреновского месторождений соответствуют нормам требований ГОСТ 6269-63 и, следовательно, глиеж Фан-Ягнобского месторождения может служить активными минеральными добавками к вяжущим веществам для получения гидротехнического бетона при строительстве гидротехнического сооружения в Республике Таджикистан.

Выводы. По итогам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Добавка глиежа Фан-Ягнобского месторождения от 20 до 50% увеличивает водопотребность теста от 0 до 2% по отношению к исходному клинкеру;

2. Добавка глиежа Ангреновского месторождения от 30 до 50% увеличивает водопотребность от 0 до 3%;

3. Добавки разных количеств глиежей Фан-Ягнобского и Ангреновского месторождения к клинкеру мало отражаются на сроках его схватывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блэнкс Роберт. Технология цемента и бетона [Текст] / Р. Блэнкс, Г. Кеннеди; пер. с англ. Б.С. Левмана и С.Б. Шнейерсон; под ред. канд. техн. наук С.М. Рояка. –М.: Промстройиздат, 1957. -1 т.; 23 см.
2. Галкина Г.В. Пробужденный бетон на основе горелых пород и извести / Г.В. Галкина, А.И. Милоградская // Труды Института химии АН УзССР. – 1953. -4. -63.
3. ГОСТ 4798 -49 «Бетон гидротехнический».
4. Цементы на местном сырье [Текст]: [Сборник статей] / Акад. наук УзССР. Ин-т химии; [Отв. ред. канд. хим. наук Г.В. Галкина]. -Ташкент: Изд-во Акад. наук УзССР, 1959. -211с.; 23 см.

5. Кинд В.А. Специальные цементы / В.А. Кинд. –М., 1932.
6. Кинд В.В. Действие на цементы растворов сернокислых солей, близких по концентрации к природным водам, содержащим эти соли / В.В. Кинд // Пуццолановые цементы. Труды комиссия по добавкам. – Ленинград, 1936.
7. Коган Л.С. Цементы для гидротехнического строительства / Л.С. Коган, М.Г. Рушук // Труды Гипроцемента. - 1949.
8. Kokubu M. Cement for dams and dam concrete of Japan, Electric Power and Engineering. -Токуо, 1961. -v.1. -№1.
9. Рояк С.М. Пуццолановые цементы [Текст] / Ред. коллегия: акад. А.А. Байков, проф. В.А. Кинд и др.; отв. ред. В.И. Аксенов. -Ленинград: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т цементов, 1936. -599 с., 1 портр.: ил.; 26см. - (Труды Комиссии по добавкам / Главстройпром НКТП СССР. «Союзцемент»).
10. Рояк С.М. Пути получения высокосортного пуццоланового поргландцемента / С.М. Рояк // Труды комиссии по добавкам. –Ленинград, 1936.
11. Технология вяжущих веществ [Текст]: [Учебник для хим.-технол. вузов и фак.] / В.Н. Юнг, Ю.М. Бутт, В.Ф. Журавлев, С.Д. Окорочков; Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. В.Н. Юнга. –М.: Гос. изд-во лит. по строит. материалам, 1952. -600 с., 4 л. ил.: ил.; 22см.

ТАҲҚИҚОТИ ГЛИЕЖИ ФОН-ЯҒНОБ ҲАМЧУН ИЛОВАГИҲОИ ФАЪОЛИ МИНЕРАЛӢ ЧИҲАТИ БА ДАСТ ОВАРДАНИ СЕМЕНТИ ТОБОВАРИАШ БАЛАНД БАРОИ ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОЧИКИСТОН

Дар мақолаи мазкур таҳқиқоти глиежи қони Фон-Яғноб ҳамчун иловагиҳои фаъоли минералӣ барои ба даст овардани сементи тобовариаш баланд барои иншооти гидротехникӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ карда шудааст. Инчунин, дар мақола ба сохтмони иншоотҳои гидротехникӣ ва ирригатсионӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар шароити обҳои зерзаминии минералӣ диққати ҷиддӣ дода, барои пайдо кардани роҳҳои ба даст овардани сементҳои тобовариашон баландро дар муҳити сульфатӣ аз масолахҳои табиӣ маҳаллӣ вазифа гузошта шудааст.

Калидвожаҳо: клинкер, поргландсемент, глиеж, масолах, иловагиҳои минералӣ, сементҳои путсоланӣ, сульфаттобоварӣ, мустаҳкамӣ, қонҳо, меъёрҳо.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИЕЖА ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕМЕНТА ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

В данной работе рассматривается исследование глиежа Фан-Ягнобского месторождения как активные минеральные добавки для получения цемента повышенной стойкости для гидротехнического сооружения в Республике Таджикистан. Также в статье большой уклон делается на строительство гидротехнических и ирригационных сооружений в Республике Таджикистан в условиях минерализованных подпочвенных вод и ставится задача изыскание путей получения цементов повышенной стойкости в сульфатных средах из местных природных материалов.

Ключевые слова: клинкер, поргландцемент, глиеж, материалы, минеральные добавки, пуццолановые цементы, сульфатостойкость, прочность, месторождения, нормы.

RESEARCH OF GLIEZH OF THE FAN-YAGNOBSK DEPOSIT AS ACTIVE MINERAL ADDITIVES FOR OBTAINING CEMENT OF INCREASED RESISTANCE FOR HYDRAULIC STRUCTURES IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

This paper examines the study of gliezh from the Fan-Yagnob deposit as active mineral additives for obtaining cement of increased durability for hydraulic structures in the Republic of Tajikistan. Also, the article focuses heavily on the construction of hydraulic engineering and irrigation structures in the Republic of Tajikistan in conditions of mineralized groundwater and sets the task of finding ways to obtain cements of increased resistance in sulfate environments from local natural materials.

Keywords: clinker, portland cement, glige, materials, mineral additives, pozzolanic cements, sulfate resistance, strength, deposits, standards.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Мирҷамолов Абдуҷалил Мирҷамолович* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, ассистенти кафедраи масолахҳо, тенология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 93-546-11-35. E-mail: mirdzamolov1949@mail.ru

Саидзода Ҷамшед Ҳамро – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи масолахҳо, тенология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Саидов Хуршед Ҳамидуллоевич – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, муаллими калони кафедраи масолахҳо, тенология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 919-98-01-55. E-mail: Said-0785@mail.ru

Сведения об авторах: *Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович* – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, ассистент кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 935-46-11-35. E-mail: mirdzamolov1949@mail.ru

Саидзода Джамшед Хамро – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, доктор технических наук, профессор кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Саидов Хуршед Хамидуллоевич – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, ассистент кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 919-98-01-55. E-mail: Said-0785@mail.ru

Information about the authors: *Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich* – Technical University of Tajikistan named after academician M.S. Osimi, assistant of the department of materials, technology and construction organization. **Address:** 734042, Dushanbe city, Republic of Tajikistan, Academician Rajabovho street, 10. Phone: (+992) 93-546-11-35. E-mail: mirdzamolov1949@mail.ru

Saidzoda Jamshed Hamro – Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Materials, Technology and Construction Organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Saidov Khurshed Khamidulloevich – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, assistant at the department of materials, technology and construction organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 919-98-01-55. E-mail: Said-0785@mail.ru

Сафаров Ф.Г.

Национальный исследовательский технологический университет МИСИС в г. Душанбе

Одна из целей совершенствования поисковой системы Додахо заключается в повышении уровня её интеллектуальной составляющей с сохранением высокого качества безопасности. Технологии искусственного интеллекта (ИИ) дают возможность комплексно повысить «интеллект» поисковой системы, при этом не ухудшая её функционал.

В данной статье продемонстрирована возможность проведения тщательного анализа с использованием требований к поисковой системе, а также шифрования текстовых документов, которые были защищены от воздействия различных программных средств.

Со временем современные поисковые системы совершенствуются и становятся всё более интеллектуальными. Это должно улучшить безопасность получения информации. Повышение «интеллекта» поисковой системы возможно при помощи ИИ, который позволяет комплексно повысить её защищенность [17]. Такой результат был достигнут за счёт случайного кодирования и хэширования символьной информации, которая была создана в результате случайных действий, направленных на адаптацию в поисковой системе (среде) www.Dodaho.tj.

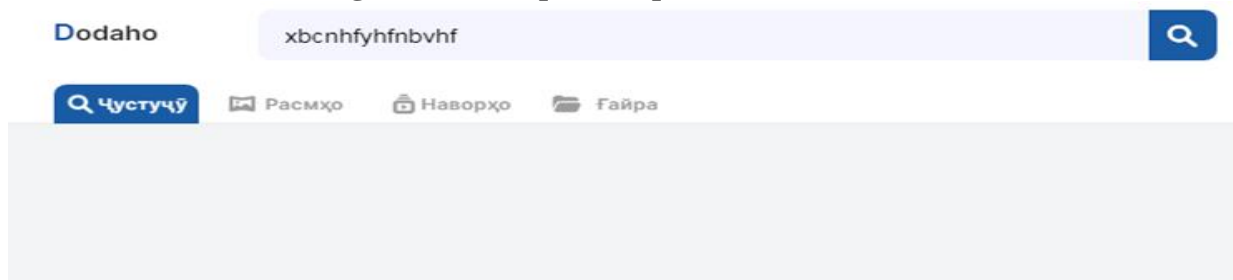
Согласно результатам исследования в поисковой системе Додахо, можно предположить, что существует возможность разработки интеллектуальной системы точного поиска, реализующей функции обработки информации в текстах и создания ответов, которые будут соответствовать запросу пользователей [10].

Технология ИИ может помочь решить и другую проблему, связанную с безопасностью поиска зашифрованной текстовой информации различного уровня конфиденциальности. Это создаёт безопасный поисковой контур, который является замкнутым. Отправленный пользователем запрос шифруется и отправляется в поисковой движок, где уже не поддаётся расшифровке, но все же подвергается дополнительному шифрованию. В результате этого обеспечивается возможность осуществления процедуры интеллектуального поиска на зашифрованных текстовых документах, при этом не раскрывая их содержания. Поступивший ответ, который будет релевантен запросу, также будет зашифрован, передан через линию связи и расшифровывается при получении конкретного пользователя. Это означает, что невозможно получить доступ к информации, которая находится в текстовых документах поисковой системы, а также к содержанию вопросов и ответов, которые передаются [5]. Это предоставляет новые возможности для разработки безопасной поисковой системы, которая не допустит утечки конфиденциальности информации.

Использование технологии ИИ для обработки информации даёт возможность решать комплексные проблемы, связанные с обеспечением безопасности и точным поиском информации. Наиболее точный поиск – это процесс нахождения системы ответа, который соответствует потребностям пользователя. Вместе с тем, запрос сформулирован на естественном языке в форме вопроса. В процессе поиска следует стремиться найти ответ с максимальной степенью соответствия. Это позволит определить степень того, насколько полно документ отвечает требованиям запроса. Для точного поиска необходимо иметь в наличии одно предложение текста (краткий ответ) или группу предложений (подробный ответ). Критерии релевантности и возможность эквивалентного преобразования, которое можно осуществить с помощью интеллектуального анализа полученного ответа к виду запроса, являются важными для определения степени соответствия. В том случае, когда такое преобразование осуществимо, результат будет считаться полным и точным, а также релевантным запросу. В противном случае, будет предпринята попытка повторного формирования ответа, при этом в качестве дополнительной информации будет

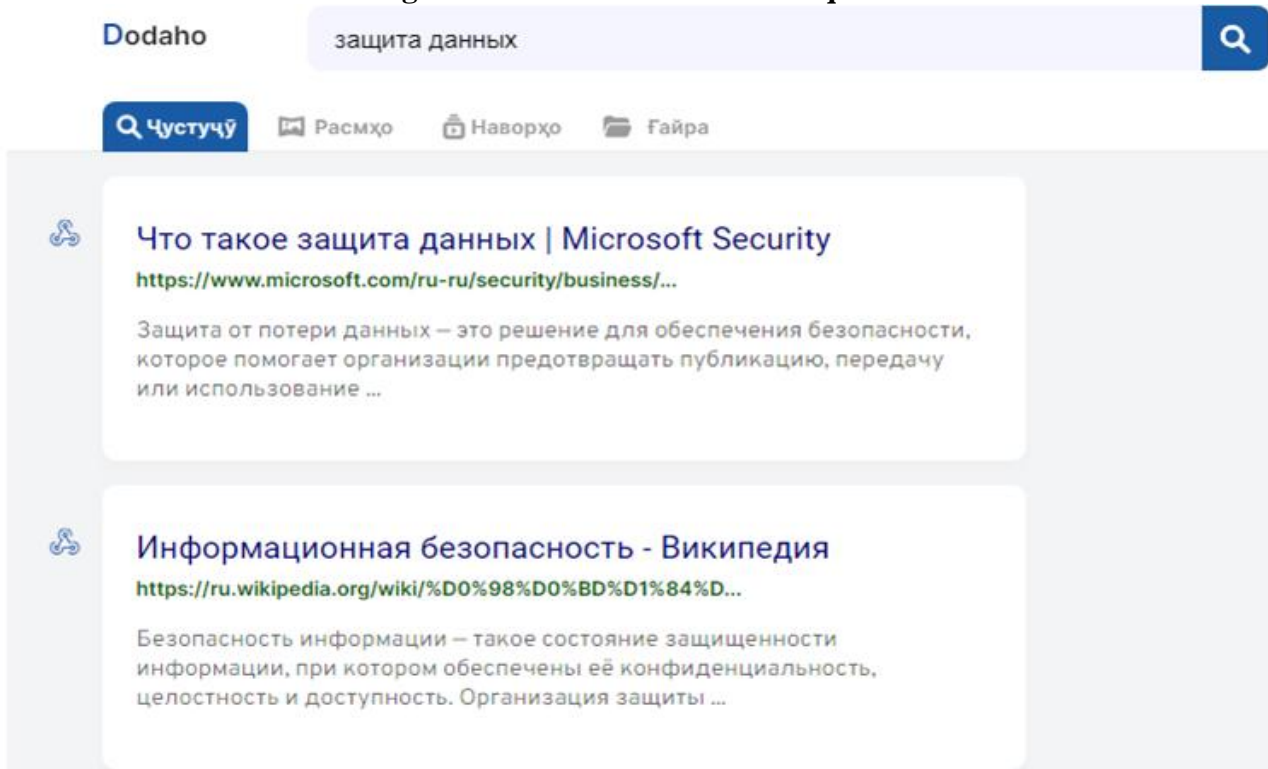
использоваться текст. Согласно правилам, в случае невозможности получения ответа на представленном объёме текстовой информации следует считать невозможным получение точного ответа [15]: рисунок 1.

Рисунок 1. Неадекватный запрос информации
Figure 1. Inadequate request for information



По сути, точный ответ можно найти либо непосредственно в тексте, где он представлен одним или несколькими предложениями, либо на основе информации из документов формируется новый текст, который будет соответствовать запросу. Анализ ИИ и логическая обработка отдельных фрагментов текста являются важнейшими составляющими этого процесса. Они помогают получить новые, семантические связанные текстовые структуры, которые отвечают требованиям точного ответа [3]: рисунок 2.

Рисунок 2. Правильный запрос информации
Figure 2. Correct information request



Информация в огромном количестве данных помогает принимать решения, анализировать и классифицировать информацию для принятия стратегических решений по оптимизации деятельности предприятия, а также обеспечивать повышение эффективности его работы.

С помощью технологии ИИ можно построить систему точного поиска. Подробнее рассмотрим реализацию семантического и логического анализа текста, который зашифрован

с целью получения точного ответа. Алгоритмы и индивидуальные подходы к функционированию пользователей должны быть максимум удобны при использовании сайта, а его ранжирование должно быть точным и соответствовать всем запросам.

В случае запроса информации зашифрованная система точного поиска включает базу зашифрованных текстовых документов и криптографических защищенных средств её интеллектуальной обработки: технологиями ИИ проводит индексацию базы знаний грамматического и семантического анализа, базы знаний, определяющие правила эквивалентного преобразования, подсистему логического вывода и библиотеку прикладных зашифрованных программ, непосредственно реализующих функции поиска и обработки данных преобразованной информации.

Вместе с тем, программа имеет возможность выполнять свои действия в зашифрованной виде, что в совокупности с шифрованием данных и их обработкой создаёт надёжную защиту системы от хакеров, программных закладок и вирусов. В процессе создания базы запросов поисковая система использует криптографический метод кодирования информации, который представляет собой символы, рисунок 3.

Рисунок 3. Криптографический метод кодирования информации
Figure 3. Cryptographic method of encoding information

А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

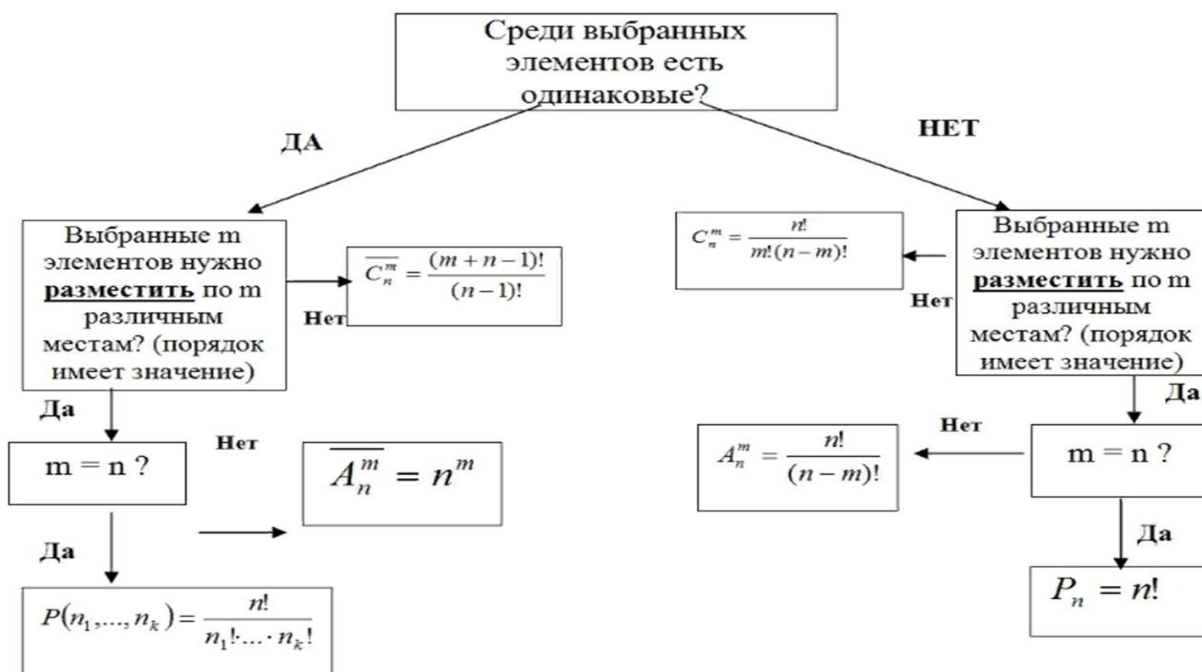
Для выполнения индексирования необходимо использование специального хэш-значения, которое представляет собой двоичную комбинацию данной длины, принимаемой в качестве индексов. Данный результат был достигнут благодаря свойствам хэш-функции и выбору длины комбинации индекса, которые обеспечивают их гарантированную уникальность для любых элементов текста с заданной вероятностью возникновения коллизий. В этом случае сначала создают индексы отдельных слов (их основных компонентов), которые затем используются для получения индексов словосочетаний, которые входят в состав текста и являются его составляющими, а также самих предложений. В соответствии с правилами, названия глав, разделов и самого текстового материала также могут быть преобразованы в соответствующие индексы.

Появившиеся в результате индексы предоставляют пользователю право на произвольный доступ к различным элементам и структурам информации, которые в свою очередь кодируются при помощи одноразовой системы шифрования с открытой передачей ключей. В конце каждого зашифрованного предложения записывают ключи, которые используются для шифрования. Чтобы перевести слова или словосочетания, имеющие отношение к одной системе шифрования в другую, используются процессы кодирования символов без раскрытия их содержания. Существуют специальные декодеры для кодирования текстовой информации, которые обеспечивают их реализацию в реальном времени. Стоит подчеркнуть, что после каждого обращения к соответствующему массиву зашифрованного текста происходит его расшифровка с использованием нового ключа, который был открыт ранее.

Предложенная система индексирования с использованием ИИ, при которой индекс формируется непосредственно на основе символьных объектов и может быть введён,

исключен старый объект, изменён порядок следования, а также происходит модификация сетевых структур баз знаний в реальном времени. При этом система не требует изменения всей индексной системы, она лишь производит автоматическую модификацию только тех структур, которые непосредственно связаны с вновь вводимыми или исключаемыми объектами. Это принципиальное различие между индексированием и регулярным индексированием текстовых документов, при котором любое изменение структуры символов или их взаимосвязей требует полной перестройки системы. В результате исследования была получена стохастическая индексная система, которая имеет возможность изменять состав и содержание поисковой системы в процессе её функционирования. Это делает возможным использование широкой адаптации индексирования к процессам поиска для повышения скорости обработки данных при анализе семантики текстов. Если рассматривать пример, то в процессе анализа часто возникает необходимость поиска соответствующих фрагментов текста не только по отдельным словам или словосочетаниям, но и по ключевым словам и фразам, которые определяют термины, понятия, предикативную основу и другие виды отношений в предложении. Это стало возможным благодаря тому, что в системе была реализована возможность быстрого перехода от индексов отдельных слов к индексам соответствующих словосочетаний. Таким образом обеспечивается произвольный доступ к текстовой информации с целью поиска необходимых текстов и осуществления функций логического вывода, классификации и упорядочения текста. Таблички индексов автоматически модифицируются для добавления строк, которые связывают значение отмеченных словосочетаний и их индексы с соответствующими предложениями текста или таблиц. С помощью этого обеспечивается повышение скорости осуществления анализа ИИ [6].

Рисунок 4. Правила сложения и умножения в комбинаторике
Figure 4. Rules of addition and multiplication in combinatorics



Кроме того, перечисленные выше моменты касаются создания и функционирования баз знаний, которые основаны на ИИ и индексированных правилах обработки информации. На основе индексных соотношений предикатов, процедур и правил можно создать сетевые структуры, в которых время логического вывода напрямую зависит от числа применяемых правил продуктов. Вместе с тем устраняется проблема «комбинаторики, рисунок 4», характерной для существующих продукционных систем, и обеспечивается реальное время

логической обработки, независимо от объема знаний в базе данных. При наличии сформированной сетевой структуры правил передачи, она имеет возможность изменять их состав и содержание. В случае необходимости, часто используемые цепочки правил могут быть преобразованы в одно правило путём их объединения, что значительно ускоряет процесс обработки информации текстов при семантическом анализе и поиске.

Классификация объектов и их отношений, которая представлена в словосочетаниях каждого предложения текста, является определяющей. Реализация логического вывода в индексированных базах, которые содержат термины и определения, позволяет автоматически осуществлять процесс классификации. Проведя предварительно индексацию этих текстов, можно получить произвольный доступ к соответствующим разделам словаря с информацией о данных элементах, благодаря индексу основы слова, который представляет собой некоторое понятие или словосочетание, определяющее типы отношений данного предложения. Вследствие того, что в индексах понятий и словосочетаний содержится определение, логический вывод может быть осуществлен с помощью доступа к другим разделам текста, которые посвящены их описанию. При этом в результате будет сформировано дерево или цепочки логических умозаключений, которые будут реализованы при помощи индексов этого документа.

В процессе реализации данного проекта будет использоваться метод индексирования исходного понятия или словосочетания на основе ИИ [14].

Необходимым дополнением к синтаксическому анализу является семантический анализ. В результате чего, члены предложения определяются с недостаточной точностью, и это не отвечает требованиям точного поиска. Главной особенностью является использование семантического анализа для определения типов отношений каждого словосочетания (включая наиболее сложные, включающие обстоятельства) в предложении и вопросов, которые они создают.

Данные понятие будут иметь семантические значения для конкретных типов отношений. Например: в – на, родо – видовые, «часть – целое», причинно – следственные, определительные и функциональные, пространственные, временные и образа действия, меры или степени.

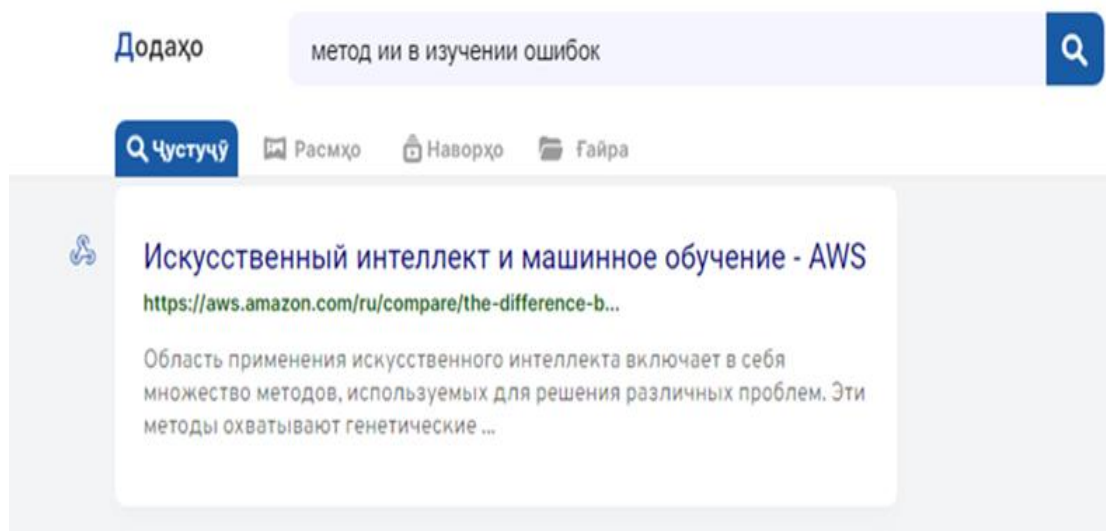
Основным методом, позволяющим определить тип отношений в словосочетании (основная мысль, включающая подлежащее и сказуемое), является создание нового словосочетания, которое содержит ключевые слова, позволяющие точно определить тип исходного словосочетания. Следом следует проверка правильности использования данного словосочетания. Для этого необходимо обратиться к базе данных, в которых содержатся похожие предложения или вид обстоятельства в исходном словосочетании. В результате, благодаря возможности обработки в реальном времени большого количества индексаций, можно получить новое качество, которое будет включать определение семантики (типа отношения) исходного словосочетания [13].

В ходе семантического анализа происходит процесс, направленный на то, чтобы упорядочить текст по абзацами. В процессе его осуществления, происходит автоматический анализ терминов, понятий, определений и их отношений между собой. Основываясь на данном, формируется рубрикатор текстовых документов, в котором указываются основные термины и понятия, которые используются в документах по данной тематике. Также отмечаются индексы всех страниц и абзацев, которые посвящены описанию объектов предметной области. Кроме упомянутых классификаторов и рубрикаторов, в процессе семантического и грамматического анализа текстов формируются пословные индексы на основе определенной совокупности ключевых слов. Для более точного анализа текста в таблицах индексов содержатся все грамматические и семантические характеристики каждого предложения. Во время кодирования с использованием ИИ, средняя длина слова может быть сокращена не менее чем в 4 раза, что даёт возможность вводить коды требуемых грамматических и семантических характеристик слов и словосочетаний непосредственно в текст, без увеличения объёма текстового материала. В результате этого удаётся обеспечить

сокращение объёма индексных таблиц текстов в 4 раза. Обратим внимание, что данные индексы могут быть сформированы уже в процессе поиска ответа на вопрос, который был задан пользователем, в реальном времени после выбора с помощью сортировки и классификации текстов, которые имеют отношение к задаваемому вопросу, а также их элементов, которые соответствуют тематике вопроса.

В результате, поиск в поисковой системе осуществляет с помощью трехмерного пространства: классификатор, рубрикатор по определенной теме и индексы текстового документа. Все три вида поиска могут выполняться одновременно в различных процессорах, что значительно сокращает время предварительной обработки информации. Это может быть достигнуто благодаря реализации системы в прикладном виде, рис. 5 [11].

Рисунок 5. Результат поиска в поисковой системе Додахо
Figure 5. Search result in the Dodaho search engine



При поиске отдельных предложений и абзацев, соответствующих семантике запроса или их элементов в тексте, происходит формирование точного ответа. Для этого используются процедуры создания структур, которые направлены на создание логических связей и построение эквивалентных структур. Это может привести к получению краткого и точного ответа, который будет соответствовать запросу.

Существующие словари синонимов не подходят для точного поиска Додахо. Существует ряд причин, по которым синонимические ряды, которые представлены в названных словарях, не имеют отношения к содержанию текстов, поэтому они не могут содержать слова, которые необходимы для нахождения точного ответа. Помимо всего прочего, синонимы должны иметь согласие с большими количеством понятий терминов словаря по данной тематике, который формируется при индексировании тестов. Данную проблему может решить метод контекстной синонимии, основанный на индексированных текстовых документах, который позволяет повысить эффективность интеллектуального поиска. Это достигается путём применения логического вывода по индексированным словарям, которые содержат термины и определения по различным темам с использованием ИИ и касаются классификации, рубрики каждого текста, который будет обрабатываться [9].

Благодаря использованию ИИ, поисковая система может одинокого хорошо справляться с открытыми и зашифрованными текстами. Для того чтобы обеспечить возможность точного поиска в зашифрованных текстах, документы, которые подлежат индексации, предварительно шифруются с использованием одноразовой системы шифрования. Кодер и система формирования открытых и закрытых ключей используются для данной цели.

Для того чтобы зашифровать информацию, используется метод ИИ. Фрагмент зашифрованного текста становится доступным для редактирования с помощью особого формата, который позволяет выделять отдельные абзацы, предложения, слова и знаки препинания. С помощью одноразового ключа, который можно найти в открытом виде в конце предложения, каждая из предложений шифруется. На базе полученного шифрованного текста производится создание описанной системы индексов отдельных слов, словосочетаний, предложений и частей текста.

С помощью перекодирования индексируемого элемента текста в соответствующий код происходит процесс формирования стохастического индекса. После завершения работы перекодирования зашифрованный текст поступает в блок формирования хэш-функции, которая после проведения обработки преобразовывает данный текстовый элемент в уникальный индекс – последовательность чисел, которая имеет определенную длину. В итоге все функции интеллектуальной обработки текстовой информации можно реализовать с помощью стандартного набора процедур: перекодирование соответствующих элементов текста, формирование на их основе стохастического индекса, по которому осуществляется произвольный доступ к требуемым предложениям зашифрованного текстового документа (в том числе индексированно зашифрованных толковых словарей, словарей терминов и определений и другой индексированной и зашифрованной текстовой информации) [4].

После того как вы получили доступ к зашифрованному фрагменту текста, вы можете начать поиск информации в нём. Для этого вам нужно сравнить элементы зашифрованного текста с его исходным или эталонным вариантом, а затем перекодировать текст, используя открытый ключ для вида шифрованного текста. Исходя из этого, при использовании стандартного формата зашифрованного текста можно найти слова или словосочетания, которые будут необходимы для реализации интеллектуальной обработки текстов, не раскрывая их содержания. Для продолжения логической цепочки поиска, на основе найденных слов или словосочетаний, создают новые индексы. К тому же, возможно использование всех функций индексации текстов и их классифицирования, а также рубрики терминов в соответствии с определениями и отношениями между ними, логического вывода на основе текстовой информации, сопоставления слов и словосочетаний с целью получения точного ответа, представленного в зашифрованном виде [1].

С помощью компьютера или телефона пользователя, который дал исходный запрос, происходит декодирование ответа. Передача информации по линии связи осуществляется в зашифрованном виде, после чего необходимо произвести шифрование вопроса или ответа.

Применяя данную национальную поисковую систему, можно получить полностью зашифрованный контур точного поиска информации, который включает в себя функции интеллектуальной обработки данных и выполняет все необходимые действия для проведения семантического анализа. При рассмотрении проблемы в более широком контексте, система безопасности, которая будет создана, позволит гарантировать конфиденциальность каждого запроса. Это, в соответствии с нормами права, позволяет гарантировать защиту личной информации каждого человека [12].

Данные, которые находятся в информационных системах, должны быть защищены от различных видов цифровых атак. Существует много факторов, которые влияют на создание системы защиты. С целью обеспечения безопасности, в период цифровизации и стремительного внедрения информационных технологий во все сферы жизни современного общества, Государством необходимо разрабатывать более надёжные системы, которые будут гарантировать безопасность граждан.

Это направление экономической деятельности основано на развитии бизнеса и предпринимательской деятельности в электронном формате, а также посредством использования цифровых технологий.

В век информационных технологий многие важные системы для человека и государства могут быть подвержены угрозе со стороны злоумышленников. Безусловно,

нужно иметь независимую поисковую систему, которая будет обеспечивать информационную безопасность телекоммуникационных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агарева, О.Ю. Математическая логика и теория алгоритмов. Учеб. пособие / О.Ю. Агарева, Ю.В. Селиванов. -М.: МАТИ, 2011. -80 с.
2. Базы знаний в искусственном интеллекте. [Электронный ресурс]. URL: <https://izron.ru/> (дата обращения: 05.03.2024).
3. Защита данных. URL: www.Dodaho.tj
4. Информационные технологии обработки текстовой информации. [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZSKTtJCwPUXx8ZkY>. (дата обращения: 22.03.2024).
5. Искусственный интеллект и информационная безопасность: что на горизонте? [Электронный ресурс]. URL: <https://cio.osp.ru/news/010823-Iskusstvennyy-intellekt-i-informatsionnaya-bezopasnost-chto-na-gorizonte>. (дата обращения: 20.02.2024).
6. Как автоанализ кода с помощью ИИ повышает безопасность приложений. [Электронный ресурс]. URL: <https://nuancesprog.ru/p/19106/> (дата обращения: 02.03.2024).
7. Как искусственный интеллект повлиял на поисковые системы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uplab.ru/blog/artificial-intelligence/?ysclid=ltzpvw49u6674946646> (дата обращения: 11.02.2024).
8. Как устроено индексирование баз данных. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/724066/> (дата обращения: 27.02.2024).
9. Логическая индексация в Pandas. [Электронный ресурс]. URL: <https://pythonpip.ru/pandas/logicheskaya-indeksatsiya-v-pandas>. (дата обращения: 18.03.2024).
10. Национальная поисковая система Додахо. URL: www.Dodaho.tj
11. Результат поиска в поисковой системе. URL: www.Dodaho.tj
12. Руководство по защите персональных данных. [Электронный ресурс]. URL: https://bhr.tj/sites/default/files/library/docs/rukovodstvo_po_pd_tadzhikistan.pdf
13. Семантический анализ для автоматической обработки естественного языка. [Электронный ресурс]. URL: https://rdc.grfc.ru/2021/09/semantic_analysis/ (дата обращения: 11.03.2024).
14. Indexing Technique. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.science-direct.com/topics/computer-science/indexing-technique>. (дата обращения: 07.03.2024).
15. Xbcnhfyhfnbvfhf. URL: www.Dodaho.tj

ҲИФЗИ МУНДАРИЧАИ МИЛЛӢ ДАР ИНТЕРНЕТ ДАР АСОСИ СИСТЕМАИ ЧУСТУҶӢИИ ДОДАНО.ТӢ

Дар мақола хифзи мундариҷаи миллӣ бо истифода аз системаи ҷустуҷӯии мустақил баррасӣ мешавад. Мошинҳои ҷустуҷӯӣ барои ҷустуҷӯи ҷавобҳо ба дархостҳои қорбарон ва тавлиди натиҷаҳо барои онҳо, ки дар саҳифаи ҷустуҷӯ нишон дода мешаванд, истифода мешаванд. Ҷамъовариҳои маълумоти шахсӣ аксар вақт сӯиистифода мешавад.

Мо бояд таъкид кунем, ки алгоритмҳои қоркарди маълумоти саҳифа ва тавлиди саҳифаҳои метриқӣ пайваста такмил дода шаванд. Азбаски афзалиятҳои, ки тавассути онҳо раванди рейтинг ба амал меоянд, афзалиятҳои низ метавонанд тағйир ёбанд.

Дар навбати худ, системаи ҷустуҷӯии миллии Додахо кӯшиш мекунад, ки ба дархостҳои қорбарон то ҳадди имкон дақиқ посух диҳад, бо дарназардошти манофеи онҳо ва кам кардани ифшои мундариҷаи миллӣ.

Бо ёрии муҳарриқҳои ҷустуҷӯ маълумот дар бораи саҳифаҳои интернетӣ ҷамъоварӣ ва дар базаи он ҷойгир карда мешавад. Барои дастрасии зуд ба маълумот дар бораи ин саҳифа, агар лозим бошад. Ба ин муносибат системаи мустақили ҷустуҷӯи Додаҳоро ташкил кардан лозим аст.

Калидвожаҳо: интернет, ҷустуҷӯ, мундариҷа, тортанак, муҳофизат, маълумот, манфиат, системаҳои ҷустуҷӯӣ, амнияти иттилоотӣ.

ЗАЩИТА НАЦИОНАЛЬНОГО КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ НА БАЗЕ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ ДОДАНО.ТӢ

В статье рассматривается защита национального контента с помощью независимой поисковой системы. С помощью поисковых систем осуществляется поиск ответов на запросы пользователей и формирование для них результатов, которые отображаются на странице поиска. Зачастую злоупотребляют сбором персональных данных.

Мы должны подчеркнуть тот факт, что алгоритмы обработки данных о страницах и формировании страниц с показателями постоянно совершенствуются. В процессе изменения приоритетов, по которым происходит процесс ранжирования, могут меняться и приоритеты.

Национальная поисковая система Додахо, в свою очередь, старается максимально точно отвечать на запросы пользователей, учитывая их интересы и минимизировать утечку национального контента.

При помощи поисковых систем осуществляется сбор информации о веб-страницах и их размещение в своей базе данных. Для быстрого доступа к данным об этой странице, в случае необходимости. В связи с этим необходимо создание независимой национальной поисковой системы Додахо.

Ключевые слова: интернет, поиск, контент, паук, защита, данные, интерес, поисковые системы, информационная безопасность.

PROTECTION OF NATIONAL CONTENT ON THE INTERNET BASED ON THE DODAHO.TJ SEARCH ENGINE

The article discusses the protection of national content using an independent search engine. Search engines are used to search for answers to user queries and generate results for them, which are displayed on the search page. The collection of personal data is often abused.

We must emphasize the fact that the algorithms for processing page data and generating metrics pages are constantly being improved. As the priorities by which the ranking process occurs change, the priorities may also change.

The national search engine Dodaho, in turn, tries to answer user requests as accurately as possible, taking into account their interests and minimizing the leakage of national content.

With the help of search engines, information about web pages is collected and placed in its database. For quick access to data about this page, if necessary. In this regard, it is necessary to create an independent national search system Dodaho.

Keywords: Internet, search, content, spider, protection, data, interest, search engines, information security.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Сафаров Файзуллоҷон Гурезович* – Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқоти технологӣ МИСИС, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи технологияҳои иттилоотӣ ва автоматикунонӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Назаршоев, 7. Телефон: **935-05-67-68**. E-mail: safarov_f-o@mail.ru

Сведения об авторе: *Сафаров Файзуллоджон Гурезович* – Филиал Национального исследовательского технологического университета Московского института стали и сплавов в г. Душанбе, кандидат технических наук, доцент, кафедры информационных технологий и автоматизации. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Назаршоева, 7. Телефон: **935-05-67-68**. E-mail: safarov_f-o@mail.ru

Information about the author: *Safarov Faizullojon Gurezovich* Branch of the National Research Technological University of Moscow Institute of Steel and Alloys in Dushanbe, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Technology and Automation. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Nazarshoev Street, 7. Phone: **935-05-67-68**. E-mail: safarov_f-o@mail.ru

УДК: 624.15

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА С ЗАМЕНОЙ ЕГО НА СПЛОШНОЙ СВАЙНО-ПЛИТНЫЙ ФУНДАМЕНТ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Давлатов Д.Н., Рабиев К.Р., Якубов А.О., Марамов М.Б.

Институт энергетики Таджикистана,
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Говоря о рациональном использовании финансовых и материальных ресурсов посредством реконструкции жилых домов и городской застройки с целью обеспечения возможности сохранения жилищного фонда и увеличения его полезных площадей за счет переустройства объектов (на 40-70%), следует обратиться к основным причинам, вызывающим необходимость усиления фундаментов и упрочнения грунтов оснований [3; 4].

В работе по реконструкции зданий и сооружений существует этап исследования, направленный на определение состояния грунтов, фундаментов и надфундаментных конструкций, характера и объема их деформаций в период строительства и эксплуатации. В случае существенной величины общих или неравномерных осадок здания необходимо выяснить причины, поскольку от этого зависит дальнейший порядок системы "основа – реконструируемое здание" [3].

Одним из возможных эффективных способов повышения надежности и снижения деформируемости ленточных свайных фундаментов является их усиление путем переустройства в сплошной комбинированный свайно-плитный или свайно-оболочечный с опрессовкой грунтового основания, в пролетной части, достигаемое за счет нагнетания под давлением растворной смеси под подошву фундамента.

Целью лабораторных исследований являлось:

-изучение взаимодействия комбинированных свайно-плитных фундаментов (КСПФ) с опрессованным грунтовым основанием, а именно: качественная оценка влияния параметров системы фундамента на деформированное состояние грунтового основания.

При исследовании взаимодействия моделей фундаментов на основании, сложенном пылеватоглинистым грунтом в лабораторных условиях, применен способ бесконтактного наблюдения за фиксируемыми точками в грунте, основанного на методе фотограмметрии, позволяющем оценить перемещения точек грунта при восприятии основанием статических нагрузок [2; 1; 8].

В качестве фундаментов рассматривались одиночная свая (модель №1), плитный фундамент (модель №2), свайно-плитный фундамент (модель №3) и свайно-плитный фундамент с опрессовкой (модель №4).

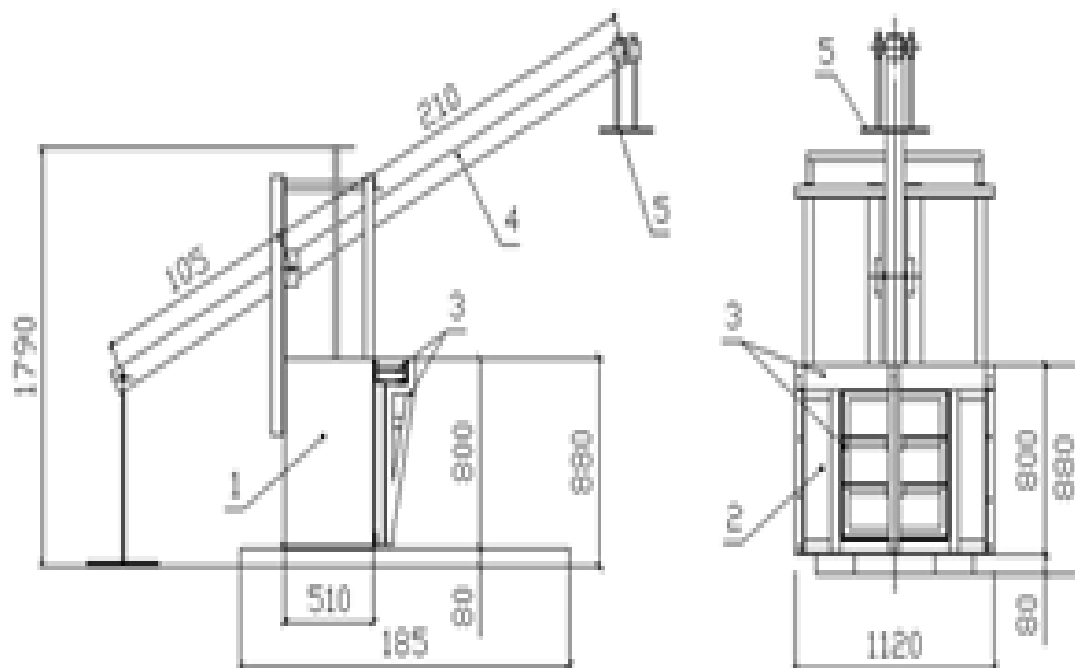
Программой экспериментов предусматривалось:

- Проведение статических испытаний моделей фундаментов;
- Определение полей деформаций (полных, вертикальных и горизонтальных) в грунтовом основании при разных моделях фундаментов;
- Изучение деформируемости глинистого основания при его нагружении.

Испытания проводились в экспериментальной лотке, заполненной грунтовой глинистой пастой нарушенной структуры.

Экспериментальный лоток (рис. 1) представлял собой металлическую емкость в виде половины цилиндра с передней прозрачной стенкой диаметром 1 м и высотой 0,8 м. Прозрачная стенка выполнена из плексигласа толщиной 10 мм. Нагружение производилось посредством рычажной установки. Кратность увеличения нагрузки составляла 4,2. Предусмотрены три независимые рамы, служащие для установки измерительной, осветительной и фотофиксирующей аппаратуры [2; 5].

Рис. 1. а) Схема экспериментальной установки, б) Внешний вид экспериментальной установки. 1-рабочий лоток, 2-плоская прозрачная стенка, 3- устройство передачи нагрузки на штамп, 4-рычаг, 5- дополнительное навесное оборудование



б)



Модель вдавливаемой сваи изготовлена из деревянного цилиндра диаметром 25 мм, длиной 250 мм, распиленного в продольном направлении. Модель плитного фундамента выполнялась из плиты ДСП, размерами 300x300x20(h) мм.

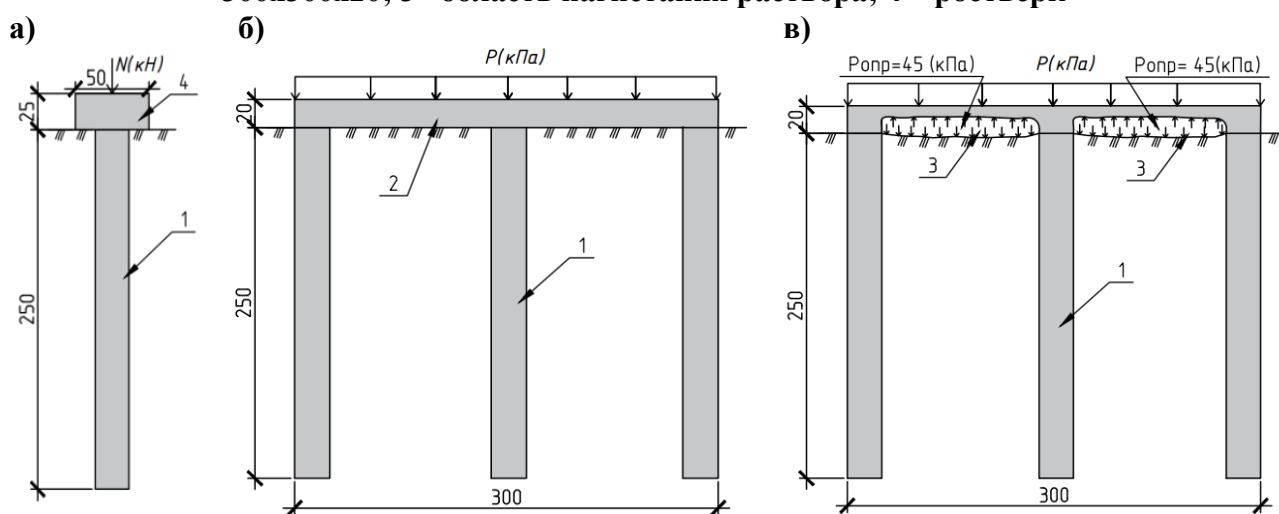
Модель свайно-плитного фундамента представляла (рис. 2. б) модель плитного фундамента из плиты ДСП размеры сечения 300x300x20(h) мм и шести свай, изготовленных из деревянного цилиндра диаметром 25 мм, длиной 250 мм, шаг свай 15 см.

Модель свайно-плитного фундамента с опрессовкой, аналогичная модели свайно-плитного фундамента с кладкой резиновой оболочки в контактный слой пролетных частей

плиты (рис. 2. в). Оболочка представляет собой резиновую расширяющуюся камеру и имеет ниппель, соединенный с компрессором. Площадь контактной поверхности плиты с камерой для опрессовки составляет 80% от общей площади плиты. Закачка воздуха под пролетную часть в оболочку производилась при давлении $p_{опр} = 0,45$ атм (45 кПа), в течение 1-2 минут. Давление контролировалось при помощи манометров, установленных на компрессоре.

При проведении экспериментов в качестве грунтового основания была использована специально приготовленная грунтовая паста с заданными физико-механическими характеристиками плотности $\rho = 1,9$ г/см³, коэффициент пористости $e = 0,7$, влажность $w = 22,7\%$, число пластичности $I_p = 8,7$, показатель текучести $IL = 0,60$, угол внутреннего трения $\varphi^0 = 15$, удельное сцепление $c = 24,9$ кПа, модуль деформации $E = 6-7$ МПа.

Рис. 2. Модели исследуемых фундаментов, а – одиночная свая (модель №1), б – плитный фундамент (модель №2), в - свайно-плитный фундамент (модель №3), г - свайно-плитный фундамент с опрессовкой (модель №4); 1 - свая Ø 25 мм; 2 – плита 300x300x20; 3 – область нагнетания раствора; 4 – ростерк



После уплотнения грунта прозрачная боковая стенка демонтировалась с целью расстановки марок. С помощью шаблона, по квадратной координатной сетке с размерами $0,02 \times 0,02$ м, устанавливались марки. Марка изготавливалась из полимерной трубки цилиндрической формы, с внешним диаметром 2 мм, внутренним диаметром 1 мм и длиной 5 мм.

При статическом испытании моделей фундаментов нагружение велось металлическими грузами через рычажную систему, величина нагрузки регулировалась массой мертвого груза. Каждая ступень нагрузки выдерживалась до условной стабилизации, при которой скорость осадки не превышала 0,1 мм за последние 4 часа наблюдений.

Погружение модели сваи также осуществлялось рычажной системой.

Осадки моделей фундаментов фиксировались при помощи поверенных прогибомеров Аистова 6 ПАО, с ценой деления 0,01 мм.

Для получения более точных экспериментальных данных каждая серия опытов проводилась не менее три раза, для контроля повторяемости полученных результатов.

Результаты экспериментов

В целях изучения деформируемости основания при нагружении различными моделями фундаментов были получены зависимости осадки от среднего давления под подошвой фундамента (рис. 3) [7].

Зависимости осадки от нагрузки для моделей плитного и плитно-свайных фундаментов до третьей ступени нагружения имеют характерную начальную линейность. При увеличении давления начинают проявляться нелинейные деформации.

Осадка одиночной сваи $\varnothing 25$ мм до нагрузки 32 кг растет прямо пропорционально внешней нагрузке, затем при увеличении нагрузки следует резкий перелом графика, нагрузка 36 кг соответствует срыву сваи.

Осадка модели №3 и модели №4 до опрессовки были равны, вплоть до пятой ступени, соответствующей $N=5\text{кН}$ ($p_{\text{ср}}=55$ кПа).

После пятой ступени для моделирования процесса опрессовки грунтового основания, под подошву модели №4 в резиновую расширяющуюся камеру было произведено нагнетание воздуха под давлением $p_{\text{опр}}=45$ кПа.

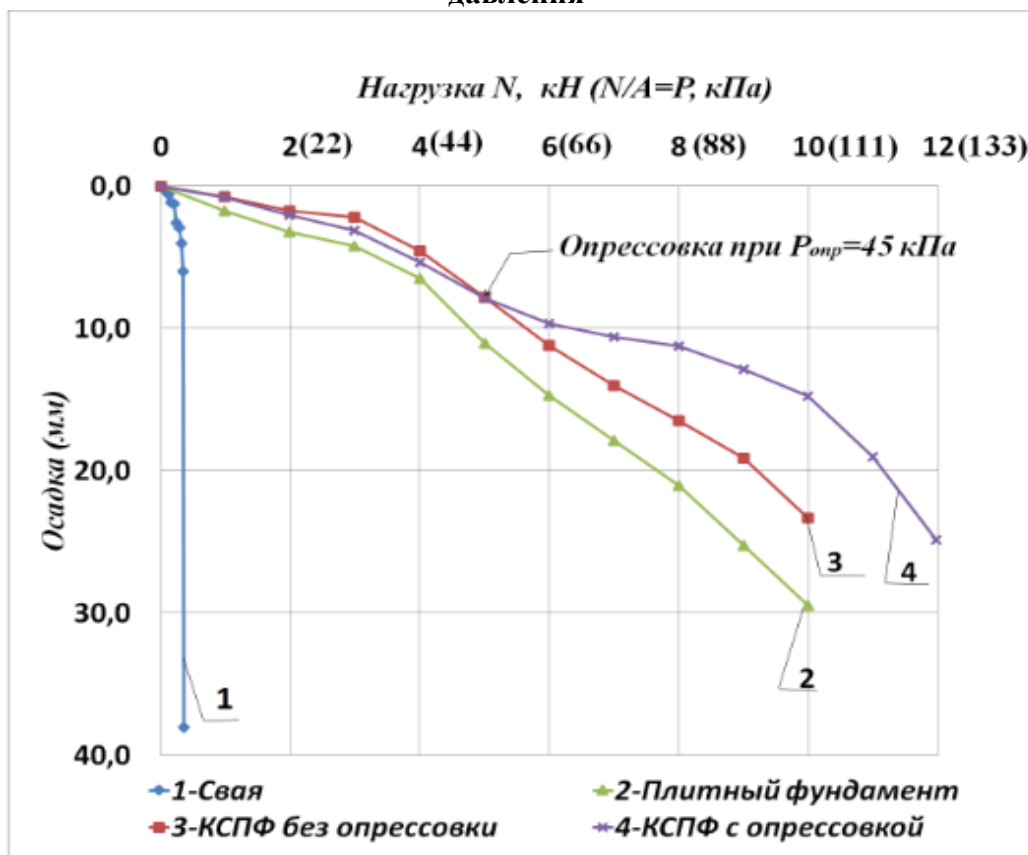
При нагнетании давления под пролетную часть плиты происходили деформации грунтового основания и доуплотнение грунта, без увеличения осадки, что является некоторым аналогом преднапряжения строительных, например, железобетонных конструкций.

После проведения опрессовки, с ростом нагрузки на модель №4, скорость осадки ее по отношению к аналогичной модели №3, но без опрессовки, значительно снизилась. Так, при приложении дополнительной нагрузки, соответствующей среднему давлению 88 кПа, осадка модели №3 составила - 16,5мм, модели №4 - 11мм., т. е. в 1,5 раза меньше.

На последней общей ступени нагружения соответствующей $p_{\text{ср}}=111$ кПа осадка модели №2 составила - 29,5мм, модели №3 – 23,3мм, модели №4 – 14,7мм

Таким образом, конечные осадки модели фундамента №4 оказались на 37% меньше осадки модели №3 за счет опрессовки грунтового основания в контактном слое. Важным является тот факт, что давление опрессовки составило 40% от давления ($p_{\text{ср}}=111$ кПа), что коррелирует с разницей конечных осадок.

Рис. 3. Зависимости осадки моделей фундаментов от величины вертикального давления



Для определения деформаций грунта в основании была введена осесимметричная система координат OZ, где: ось Z – проходит через центр штампа и направлена вертикально вниз, ось проходит через центральную точку подошвы штампа и направлена по горизонтали

вправо; соответственно, центром координат является точка контакта модели и грунта основания по оси его симметрии.

Программой проведения эксперимента предусматривалось определение вертикальных, горизонтальных и полных деформаций грунта. Деформации грунта для свайно-плитных фундаментов находились как разница между изменившимся геометрическим положением марок в плоскости OZ и их начальным расположением.

Используя данную методику были построены изолинии всех искомых деформаций для модели фундамента №3 и модель фундамента №4 для ступеней при $N=5\text{кН}$ ($p_{\text{ср}}=55\text{ кПа}$), и $N=10\text{кН}$ ($p_{\text{ср}}=111\text{ кПа}$).

Так, при $N=5\text{кН}$ ($p_{\text{ср}}=55\text{ кПа}$) максимальные значения вертикальных перемещений грунта под контактной поверхностью исследуемого фундамента №3 в пролетной части составляет 14 мм. Деформации распространяются до глубины $1,0B$ (где B – ширина фундамента), а для модели №4 после опрессовки максимальные значения вертикальных перемещений грунта под контактной поверхностью в пролетной части составляют 17 мм. Деформация распространяются до глубины $1,1B$.

При увеличении нагрузки, при $N=10\text{ кН}$ ($p_{\text{ср}}=111\text{ кПа}$) (рис. 4) максимальные значения вертикальных перемещений грунта под контактной поверхностью исследуемого фундамента №3 в пролетной части составляют 21 мм. Для данного фундамента деформация распространяется до глубины $1,7B$ (B – ширина фундамента). Для фундамента №4 (с опрессовкой $p_{\text{опр}}=45\text{ кПа}$ на ступени $p_{\text{ср}}=111\text{кПа}$) максимальные значения вертикальных перемещений грунта в пролетной части составили 19 мм. Для данного фундамента деформации распространяются до глубины $1,3B$. Уменьшение глубины сжимаемой толщи обусловлено, очевидно, доуплотнением грунта в верхней части активной зоны и разгрузкой свай.

Заключение. На основании комплекса проведённых лабораторных экспериментов установлено, что:

1. В условиях маломасштабных моделей опрессовка грунтового основания в пролетной части фундамента в размере 40% от общей конечной нагрузки позволила уменьшить осадку фундамента на 37%.

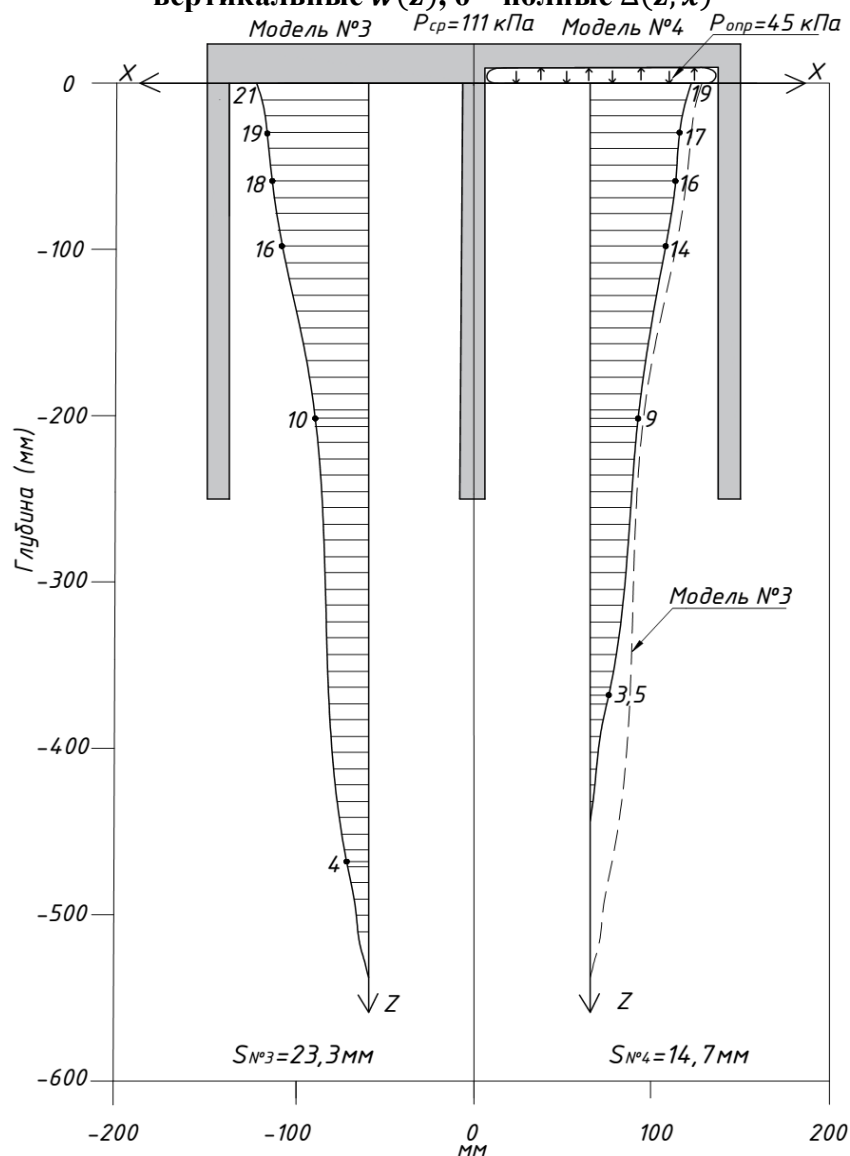
2. После опрессовки приращение осадки уменьшается в два раза по отношению к осадке аналогичного фундамента без опрессовки грунтового основания.

3. Применение опрессовки уменьшило глубину сжимаемой толщи на 23%, в сравнении с нагружением аналогичных фундаментов без опрессовки.

4. Опрессовка грунтового основания в пролетной части свайно-плитных фундаментов, например, в условиях переустройства в них ленточных свайных является эффективным инженерным решением.

Очевидно, что полученные на моделях результаты исследований носят качественный характер для определения закономерностей взаимодействия реальных фундаментов с грунтовыми основаниями. Однако эффективность предлагаемого метода, подтвердившего свою эффективность в новом строительстве, очевидна для условий реконструкции и требует проведения дальнейших исследований.

Рис. 4. Эпюры вертикальных перемещений грунта межсвайного пространства для модели фундамента №3 и модели фундамента №4, при $N=10$ кН ($p_{cp} = 111$ кПа): а – вертикальные $w(z)$, б – полные $\Delta(z, x)$



ЛИТЕРАТУРА

1. Взаимодействие системы усиления свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием эксплуатируемого сооружения / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов, А.Н. Шуваев, Д.Н. Давлатов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2018. -Т.9. -№3. -С.42-53. DOI: 10.15593/2224-9826/2018.3.05.
2. Давлатов Д.Н. Усиление ленточных свайных фундаментов переустройством в комбинированный с опрессовкой и цементацией основания: дис... канд. техн. наук / Д.Н. Давлатов. -Тюмень, 2020. -127 с.
3. Мулюков Э.И. Усиление оснований и фундаментов существующих зданий / Э.И. Мулюков // Сб. науч. тр. - Уфимский НИИПромстрой, 1990.
4. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* / Минрегион России. –М.: Стандартинформ, 2017. -161 с.
5. Степанов М.А. Взаимодействие комбинированных ленточных свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием: дис. ... канд. техн. наук / М.А. Степанов. -Тюмень, 2015. -189 с.
6. Усиление свайных фундаментов путем переустройства их в комбинированный фундамент с опрессовкой и цементацией грунтового основания / Я.А. Пронозин, Р.В. Мельников, Н.Д. Корсун, Д.Н. Давлатов // Геотехника. – 2017. -№4. -С.36-44.
7. Laboratory Investigation on Interaction of the Pile Foundation Strengthening System with the Rebuilt Solid Pile-Slab Foundation / Y.A. Pronozin, M.A. Stepanov, D.V. Rachkov, V.M. Chikishev, D.N. Davlatov // Civil Engineering Journal. – 2020. -Vol.6. -No.2. -P.258-264.
8. Ter-Martirosyan Z.G. Feasibility of pile-shell foundations with prestressed soil beds / Z.G. Ter-Martirosyan, Ya.A. Pronozin, M.A. Stepanov // Soil Mechanics and Foundation Engineering. - 2012.

ТАҲҚИҚОТҲОИ ЛАБОРАТОРИИ МУСТАҲКАМ НАМУДАНИ ТАҲКУРСИҲОИ МЕХСУТУНӢ ТАВАССУТИ АЗ НАВ СОХТАНИ ОН БА ТАҲКУРСИҲОИ ЯКЛУХТИ МЕХСУТУН-ТАХТАСАНГ

Таҳкурсиҳои биноҳо ва иншоот бехатарии истифодаи объектҳои сохтмони ро муайян мекунад. Ҳоло масъалаҳои азнавтабдилдихӣ, азнавсозии биноҳо, таъмири асосӣ, навкунии фонди мавҷудани манзилӣ актуалӣ мебошанд. Азнавсозӣ аксар вақт афзоиши шумораи ошёнаҳо, тағйир додани функцияҳои объектҳо ва тағйирёбии сарбории вобаста ба хоки асосҳоро дар бар мегирад. Сабабҳои анҷом додани корҳои таъмирӣ на танҳо кӯҳнашавӣ, балки фарсудашавии қисмонӣ, вайрон шудани масолеҳи таҳкурси, тағйир ёфтани хосиятҳои асосҳо, хатогоро дар марҳилаи таҳқиқоти геологӣ, лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодабарӣ низ мебошад.

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти лаборатории қори системаи мустаҳкамкунии таҳкурсиҳои меҳсутунӣ тавассути аз нав сохтани он ба таҳкурсиҳои меҳсутун-яклухт бо санҷиши пешакии фишурдани хоки асос оварда шудааст.

Калидвожаҳо: таҳкурсиҳои меҳсутунӣ, мустаҳкамкунӣ, рӯйпуш, деформатсия, фишурдани хок, фурунишинӣ, меҳсутуни донагӣ, таҳкурсии яклухт, таҳкурсиҳои меҳсутун-яклухт бо фишурдани хокҳо.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА С ЗАМЕНОЙ ЕГО НА СПЛОШНОЙ СВАЙНО-ПЛИТНЫЙ ФУНДАМЕНТ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Фундаменты зданий и сооружений во многом определяют безопасность эксплуатации строительных объектов на агломерационных территориях. В настоящее время актуальны вопросы модернизации, реконструкции зданий, капитального ремонта, реновации существующего жилого фонда. Реконструкция зачастую включает в себя увеличение этажности, изменение функционала объектов и связанное с этим изменение нагрузок на грунтовые основания. Причинами для проведения ремонтных работ является не только моральный износ, но и физическое старение, связанное с деструкцией материала фундаментов, изменением свойств оснований, ошибками на этапах изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации.

В статье представлены результаты лабораторных исследования системы усиления свайного фундамента путем его переустройства в сплошной свайно-плитный фундамент с предварительной опрессовкой и цементацией грунтового основания.

Ключевые слова: свайный фундамент, усиление, оболочка, деформация, опрессовка, грунт, осадка, одиночная свая; плитный фундамент; свайно-плитный фундамент с опрессовкой.

EXPERIMENTAL STUDY OF STRENGTHENING A PILE FOUNDATION WITH ITS REPLACEMENT WITH A CONTINUOUS PILE-SLAB FOUNDATION IN LABORATORY CONDITIONS

Foundations of buildings and structures largely determine the safety of operation of construction projects in agglomeration areas. Currently, issues of modernization, reconstruction of buildings, major repairs, renovation of the existing housing stock are relevant. Reconstruction often includes an increase in the number of storeys, a change in the functionality of objects and the associated change in loads on soil foundations. The reasons for carrying out repair work are not only moral depreciation, but also physical aging associated with the destruction of the foundation material, changes in the properties of the foundations, errors at the stages of surveys, design, construction, operation.

The article presents the results of a laboratory study of the operation of the pile foundation reinforcement system by rebuilding it into a continuous pile-slab foundation with preliminary pressure testing and grouting of the soil base.

Keywords: pile foundation, reinforcement, shell, deformation, crimping, soil, settlement, single pile; slab foundation; pile-slab foundation with crimping.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Давлатов Далер Назуллоевич* - Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон, номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи сохтмони гидротехникӣ ва фанҳои умумитехникӣ. **Суроға:** 733036, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Хатлон, ноҳияи Кӯшонӣён, 10. Телефон: (+992) 906-66-77-42. E-mail: davlatov.daler.91@mail.ru

Рабиев Комрон Раҳматович - Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, доктори Ph.D, муаллими калон кафедраи меъморӣ биноҳо ва иншоот. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 988253131. E-mail: rabiev.1995@mail.ru

Якубов Алишон Ойхаматович - Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 981-08-33-30

Марамов Миргул Бердиевич - Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи системаҳои таъмини об, газу гармӣ ва ҳавотозакунӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 935427763

Сведения об авторах: *Давлатов Далер Назуллоевич* – Институт Энергетики Таджикистана, кандидат технических наук, заведующий кафедрой гидротехнического строительства и общетехнических дисциплин. **Адрес:** 733036, Республика Таджикистан, Хатлонская область, Кушонийёнский район, 10. Телефон: (+992) 906-66-77-42. E-mail: davlatov.daler.91@mail.ru

Рабиев Комрон Рахматович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор Ph.D, старший преподаватель кафедры архитектуры зданий и сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 988253131**. E-mail: **rabiev.1995@mail.ru**

Якубов Аличон Ойхаматович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 981083330**

Марамов Миргул Бердиевич - Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 935427763**

Information about authors: Davlatov Daler Nazulloevich – Institute of Power Engineering of Tajikistan, Candidate of Technical Sciences Engineering, Head of the Department of Hydraulic Engineering and General Engineering Disciplines. **Address:** 733036, Republic of Tajikistan, Khatlon region, Kushoniyon district, 10. Phone: **(+992) 906-66-77-42**. E-mail: **davlatov.daler.91@mail.ru**

Rabiev Komron Rakhmatovich – Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Architecture of Buildings and Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 988253131**. E-mail: **rabiev.1995@mail.ru**

Yakubov Alijon Oyhamatovich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 981083330**

Maramov Mirgul Berdievich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 935427763**

Джалилов Ф., Умаров Н.Н., Левандовский Б.М., Джалилова Дж.Т.

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

Худжандский государственный университет имени академика Бободжона Гафурова

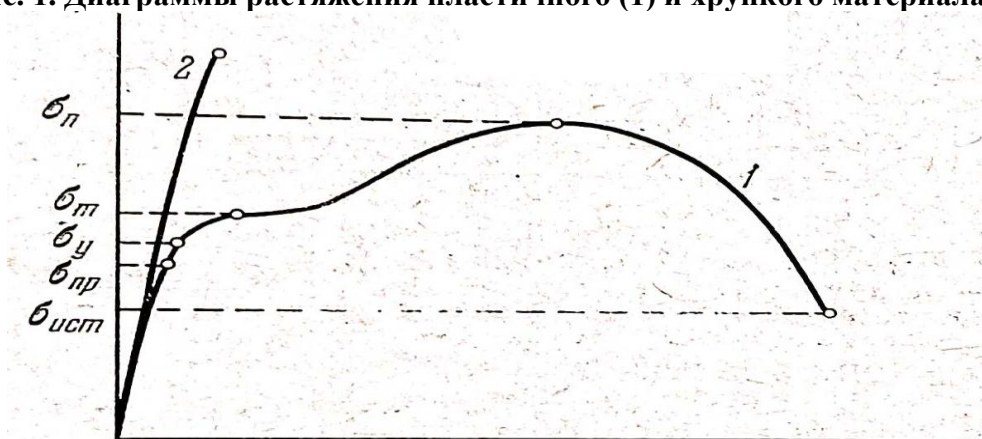
Полимеры входят в класс частично ориентируемых материалов, так как степень их деформации в несколько раз больше, чем кристаллов и металлов. По этой причине для исследования таких объектов используются специальные приборы и принадлежности, учитывающие эти специфические свойства материалов.

На начальных стадиях исследований, проводимых для определения прочности материалов, эксперименты проводились в режиме одноосного нагружения с постоянно действующей силой. Однако такой способ определения прочности в высоко ориентируемых материалах приводит к значительному изменению поперечного сечения образцов, тем самым приводит к большому разбросу значений разрывной прочности, отличающегося от истинного ее значения.

Обычно разрывную прочность материалов определяют из опытов при простом виде напряженного состояния – одноосном растяжении, при котором с удлинением образца уменьшается поперечное сечение и увеличивается величина нагрузки на образце. По этой причине полученные результаты не соответствуют истинному значению искомой величины. Опираясь на такие экспериментальные результаты, были сделаны многочисленные выводы относительно прочности образцов и их деформаций. Разрывная прочность материала определяется нагрузкой, соответствующей наступлению разрушения.

На практике наиболее широко используется способ определения разрывной прочности с применением разрывных машин, задающих постоянную скорость деформирования путем установления постоянной скорости движения одного из захватов образца при неподвижном втором захвате. В этих экспериментах прочность на разрыв определяется максимальным напряжением, которое выдерживает образец в процессе растяжения до наступления момента разрыва. При проведении испытаний таким способом производится изучение деформационных характеристик изучаемого материала. В процессе испытаний материалов производится исследование кривых растяжения и по ним определяются различные пределы, такие как предел пропорциональности $\sigma_{пр}$, предел упругости σ_y , предел текучести σ_t , предел вынужденной эластичности $\sigma_{вэ}$. Стоит отметить, что для пластичного материала предел вынужденно эластичного состояния расположен между пределом текучести и истинным значением предела прочности материала.

Рис. 1. Диаграммы растяжения пластичного (1) и хрупкого материала (2)



Как видно из рис. 1, для пластичных материалов имеет место характерный тип диаграммы с максимумом и последующей нисходящей ветвью (кривая 1). Диаграмма растяжения для хрупкого материала монотонно нарастает и не имеет нисходящей ветви (кривая 2). Как видно из диаграмм растяжения, пределы прочности $\sigma_{п}$, текучести $\sigma_{т}$, упругости $\sigma_{у}$, предел пропорциональности $\sigma_{пр}$ и истинное сопротивление разрыву $\sigma_{ист}$ расположены для пластичных материалов в разных местах диаграммы (см. кривую 1). Для хрупких материалов эти точки почти совпадут в одну точку (см. кривую 2).

Согласно кинетической концепции прочности, разрушение рассматривается как реальный развивающийся во времени процесс (процесс накопления нарушений), характеризовать этот временной процесс каким-либо критическим напряжением невозможно. Ведь до разрыва тела проходит разное время, в течение которого тело сохраняет свою целостность. В результате деформации тела, происходит накопление нарушений в течение времени, поэтому характеризовать процесс разрушения какой-либо скоростью накопления нарушений либо временем, в течение которого происходит распад тела на части, предоставляется возможным. Время с момента приложения нагрузки до распада тела на части называется - долговечностью. Долговечность выражается латинской буквой τ . Единица измерения долговечности - секунда. Долговечность определяется из простых опытов в результате нагружения образцов с помощью специальной установки, предназначенной для этой цели. Ниже подробно описано устройство и принцип работы установки.

Учет таких факторов, как высокие деформирования, сильные изменения поперечного сечения, необходим для получения достоверных значений прочности исследуемых материалов. Для этих целей используются поплавковые и рычажные приспособления, поддерживающие постоянство внешнего напряжения по всему периоду проведения эксперимента. С увеличением удлинения образца уменьшается длина плеча рычага и тем самым пропорционально уменьшается нагрузка на исследуемом образце [8; 3]. В исследованиях металлических, полимерных и кристаллических материалов используется прибор, учитывающий пропорциональное изменение длины рычага и нагрузки на образце. Схема прибора представлена на рис. 2.

При помощи представленного прибора возможно проводить испытания металлических, кристаллических и полимерных материалов, обладающих большими, средними и малыми долговечностями. Для записи малых деформаций используются вспомогательные электрические регистраторы.

Между зажимами прибора закрепляется испытуемый образец, который при помощи гибкой тяги соединен с блоком 2. Неподвижный блок 2 радиусом r_0 жестко посажен на одном валу с фигурным рычагом 3. Радиус блока 2, постоянный и во время проведения эксперимента, не изменяется. Расстояние между валом прибора и точкой приложения силы R (см. рис.1) в зависимости от профиля фигурного рычага изменяется в результате деформации испытуемого образца 1. Сила, действующая на образец, определяется по формуле:

$$F = P \frac{R}{r_0},$$

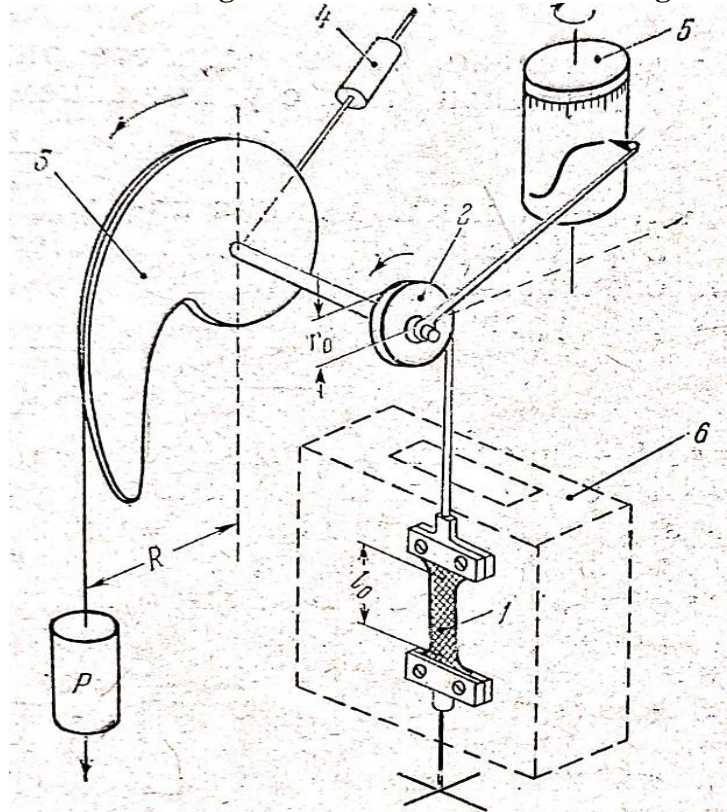
где R – расстояние между осью вала и точкой приложения силы по профилю фигурного рычага, r_0 - радиус блока 2, P – внешняя приложенная сила, F – истинная сила, действующая на образец. Напряжение на образце определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Согласно формуле $F = P \frac{R}{r_0}$ истинная сила, действующая на образец F , будет в $\frac{R}{r_0}$ раз больше, чем приложенная сила P . Так как R , в зависимости от степени деформации, изменяется, уменьшается истинная сила, действующая на образец.

Однако в результате деформации образца уменьшаются и поперечные сечения исследуемого образца. Наблюдаемые изменения поперечного сечения образца определяются по формуле:

Рис. 2. Схема устройства для измерения долговечности
Fig. 2. Schematic diagram of the device for measuring durability



$$S = S_0 \frac{1}{1 + \varepsilon}$$

В формуле S – текущее значение поперечного сечения после учета деформации образца, S_0 – начальное сечение образца до деформирования, ε – относительное удлинение образца.

С учетом изменения силы и поперечного сечения образца истинное значение напряжения на образце определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{F_0}{S_0} (1 + \varepsilon)$$

Не стоит забывать, что F значение силы на образце с учетом $\frac{R}{r_0}$.

Для произведения расчета профиля рычага нам необходимо учесть изменения величины силы по мере удлинения образца:

$$F(\varepsilon) = \frac{F_0}{1 + \varepsilon}$$

И отношение $\frac{R}{R_0} = \frac{1}{1 + \varepsilon}$. При выполнении этого условия σ на образце остается постоянной $\sigma = \text{const}$. В формуле R_0 – начальная длина плеча, когда прибор находится на стопоре.

В работе [1,3] произведен расчет профиля рычага с учетом изменения $\frac{R}{R_0} = \frac{1}{1 + \varepsilon}$ в полярных координатах:

$$\rho = \frac{R_0}{1 + \varepsilon} \sqrt{1 + \left(\frac{r_0}{\ell_0(1 + \varepsilon)}\right)^2},$$

где ℓ_0 – длина однородной части образца, начальная длина.

Экспериментатор должен выбрать прибор, удовлетворяющий параметрам образцов. Если $\varepsilon \ll 1$, то радиус r_0 следует взять равный длине образца ℓ_0 . Если деформации велики $\varepsilon \approx 2 \div 10$, в случае с сильно деформируемым материалом, то параметр $\frac{r_0}{\ell_0}$ должен быть больше $2 \div 3$. Если прибор поворачивается на 270° , это свидетельствует о том, что данным прибором возможно обхватить полный оборот, т.е. минимальное расстояние от точки

приложения силы до оси вала. Для обеспечения необходимой точности отношение $\frac{R_0}{r_0}$ должно быть в пределах от 5 до 10. После изготовления прибора его необходимо тщательно сбалансировать при помощи дополнительного блока, соосно соединенного с фигурным рычагом. При этом верхний зажим и образец должны быть прикреплены к фигурному рычагу. На дополнительный блок соединяют грузики-противовесы до такого состояния, когда фигурный рычаг и вся система не приобретет равновесного состояния в результате вращения вокруг вала до 270^0 . Для обеспечения необходимой точности измерения размеры фигурного рычага берем достаточно большими, как было отмечено в ходе изложения.

Дополнительные усилия, кратность усиления внешней нагрузки на испытуемый образец определяются по отношению $\frac{R}{r_0}$, где R- расстояние от оси вала до точки касательно действующей внешней силы по профилю фигурного рычага, r_0 - радиус соосно соединенного блока с фигурным рычагом. Если расстояние между касательно действующей силой на фигурный рычаг и валом равно 140 мм и радиус соосно соединенного блока на вал 22 мм, то сила, действующая на образец $F = \frac{140}{22} = 6,869$, в 6,869 раз будет больше, чем сила, приложенная на профиль фигурного рычага.

Для проверки экспериментального усиления разрывной машины, необходимо после получения равновесия прибора на крючок нити профильного рычага подвесить некоторый грузик. Затем в место образца поставим разновески различной величины до получения равновесия между гирями. Разделив массу грузика, подвешенного в месте образца, на массу грузика, подвешенного на конце профильного рычага, определим коэффициент усиления прибора. В таблице приведены результаты измерения.

Таблица 1. Результаты экспериментальных расчётов
Table 1. Results of experimental calculations

№ п/п	P, Г.	P ¹ , Г.	У	/Δу/	ε%
1.	20	137	6,85	0,0016	0,107%
2.	25	171,575	6,863	0,019	
3.	30	205,2	6,84	0,0084	
4.	35	239,47	6,842	0,0064	
5.	40	273,88	6,847	0,0014	
Ср. арифметическое значение=			6,8484	0,00736	

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{n} = \frac{6,85 + 6,863 + 6,84 + 6,842 + 6,847}{5} = 6,8484.$$

$$\varepsilon = \frac{|\Delta y|}{\bar{y}} = \frac{0,00736}{6,8484} = 0,00107. \quad \varepsilon = 0,107\%$$

Таким образом, выяснилось, что среднее значение усиления прибора равно 6,8484 или 6,85. Полученный результат означает, что если на конце профильного рычага подвешен груз массой 20 г, то на образце величина нагрузки в 6,85 раз будет больше, чем на конце профильного рычага, т.е. она будет равна 137 г, или $137 * 10^{-3}$ кг.

Для определения напряжения на образце величину этой силы необходимо разделить на поперечное сечение образца. Напряжение на образце определяется по формуле $\sigma = \frac{F}{S}$. Единица измерения напряжения $\frac{КГ}{мм^2}$ или $\frac{Н}{м^2}$ = Па. 1кг = 9,81 Н, поэтому $1 \frac{КГ}{мм^2} = 9,81 \frac{Н}{10^{-6} м^2} = 10 * 10^6$ Па = 10 МПа.

Представленным прибором возможно изучать долговечность материалов с учетом постоянства нагрузки на образце. Кроме изучения долговечности с помощью этого прибора возможно производить записи деформации и кривой ползучести исследуемого материала на барабане 5. При записи кривой ползучести барабан должен вращаться. Он вращается с помощью часового механизма, установленного внутри барабана или дополнительного редуктора. Барабан и редуктор используется для записи деформации и кривой ползучести в

увеличенном масштабе. Запись производится с помощью стрелки, прикрепленной к валу фигурного рычага, где на конце стрелки установлено перо. Производя опыты на ползучесть с помощью установки, в которой образец доводится до разрушения, хорошо объясняется процесс, с точки зрения кинетической концепции. Долговечность может служить фундаментальной характеристикой механического разрушения [1; 6].

Для характеристики прочностных свойств материалов, с точки зрения кинетической концепции, необходимо иметь сведения о зависимости долговечности образцов от условий разрушения, прежде всего от приложенного напряжения σ и температуры T испытания [7; 5].

Получив комплекс экспериментальных данных о зависимости долговечности τ от напряжения и температуры, можно достоверно характеризовать прочностные свойства исследуемых материалов, а также полученные результаты позволяют сделать выводы о природе разрушения хрупких, пластичных и твердых тел. Полученные экспериментальные результаты зависимости долговечности материалов τ от напряжения σ и температуры T , анализ результатов этих исследований составляют феноменологическую основу кинетической концепции разрушения твердых тел различной природы [7; 11]. Также большое научно-практическое значение имеет изучение влияния внешних (в том числе радиационных) факторов на структуру и прочность полимерных и биополимерных материалов [11; 9]. Прямые экспериментальные результаты были получены разрывной машиной.

ВЫВОДЫ

1. Обеспечение постоянства нагрузки на исследуемом образце в ходе проведения эксперимента позволило получить результаты, соответствующие истинному значению прочности материалов.

2. Если $\varepsilon \ll 1$ то радиус r_0 следует взять равным длине образца l_0 .

3. Если деформация велика $\varepsilon \approx 2 \div 10$, в случае сильно деформируемых материалов параметр $\frac{r_0}{l_0}$ должен быть больше в $2 \div 3$ раза.

4. Для характеристики прочностных свойств материалов, с точки зрения кинетической концепции, необходимо иметь сведения о зависимости долговечности образцов от условий разрушения, прежде всего, от приложенного напряжения σ и температуры T испытания.

5. Полученный комплекс экспериментальных данных о зависимости долговечности τ от напряжения и температуры характеризует прочностные свойства исследуемых материалов, а также полученные результаты позволяют сделать выводы о природе разрушения хрупких, пластичных и твердых тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журков С.Н., Веттегрень В.И., Новак И.И., Кашинцева К.С., ДАН СССР 176, 623 (1967).
2. Журков С.Н., Санфирова Т.П., Доклады АН СССР 101, 237 (1955)
3. Журков С.Н., Томашевский Э.Е., ЖТФ 25, 66 (1955).
4. Каримов, С.Н. Прочность и разрушение полимеров, подвергнутых радиационному воздействию / С.Н. Каримов. – Душанбе: Амри илм, 2000. – 290 с.
5. Султонов У. Влияние продолжительности намагниченной воды на прочность и деформируемость шелковых волокон / У. Султонов, А.Т. Максуди, С.Ш. Рахимов, Б.Ф. Джалилов, Ф. Джалилов // Ученые записки (естественные и экономические науки) изд. ХГУ им. акад. Б. Гафурова. - №4. - 2018. – С. 144-155.
6. Султонов У. Долговечность шелка при воздействии намагниченной воды и внешней нагрузки / У.Султонов, С.Алиев, С.Ш.Рахимов, Б.Ф.Джалилов, Ф.Джалилов // Ученые записки (естественные и экономические науки), изд. ХГУ им. акад. Б. Гафурова. - №1. - 2016. – С. 10-16.
7. Султонов У. Поверхность является самым распространенным дефектом твердого тела / У.Султонов, С.Алиев С.Ш.Рахимов, Б.Ф.Джалилов, Ф. Джалилов // Ученые записки (естественные и экономические науки) изд. ХГУ им. акад. Б. Гафурова. -№2. - 2017. – С. 93-98.
8. Томашевский Э.Е., Слуцкер А.И. Заводская лаборатория 29, 994 (1963).
9. Умаров Н.Н. Влияние радионуклидов на механическую прочность стебля тростника / Н.Н. Умаров // Политехнический вестник ТГУ. Серия Интеллект. Инновация. Инвестиция. -2021. - №3(55). – С. 26-28.

10. Умаров Н.Н. Влияния радиации на прочность стебля тростника / Н.Н. Умаров, [Абдуманов А.], Х.А. Тошходжаев, С.Ф. Абдуллаев //Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2022. – №1. – С.131–140.
11. Юсупов И.Х. Исследование радиационной зависимости молекулярно-динамических и физико-механических характеристик лекарственного репейника методом спиновых меток / И.Х. Юсупов, Н.Н. Умаров, Р. Марупов //Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - 2017. – №1/4. –С. 117–121.
12. Юсупов И.Х. Молекулярно-динамические и физико-механические характеристики лекарственного репейника / И.Х.Юсупов, Н.Н.Умаров, Р. Марупов //ДАН РТ, 2017. –Т.60. –№ 5-6. – С. 230-235.

УСУЛҲОИ МУАЙЯН КАРДАНИ ДАРОЗУМРӢ ВА МУСТАҲКАМӢ

Дар мақолаи мазкур принципи кори мошинаи мустаҳкамиро ченкунанда дида баромада шудааст, ки бо ёрии он ҳосияти мустаҳкамии ҷисмҳои кристаллӣ, металлӣ ва полимериро омӯختан мумкин аст. Муаллифон дар кори мазкур нишон доданд, ки ҳолати бефарқии фишанги камоншаклро ҳангоми дар атрофи тир давр заданаш ҳосил намудан мумкин аст. Бо усули ҳисобкунӣ ва таҷрибавӣ қаратнокии мошинаи мустаҳкамсанҷро муайян карда ва ба $\frac{R}{r_0}$ мутаносиб буданашро нишон доданд. Муаллифон нишон дода тавонистанд, ки шакли фишангро ва диаметри ғарғара тағйир дода, қаратнокии бори ба намуна таъсиркунандаро тағйир дода метавонем. Бо гузаронидани таҷриба қаратнокии афзунгардонии борро дар намуна нишон доданд ва ҳаҷто ҳаҷтогии содиршударо ҳангоми муайянкунии қаратнокии бор дар намуна нишон доданд. Бо ин амали худ, муаллифон исбот карда тавонистанд, ки мошинаи мустаҳкамсанҷро барои таҳқиқоти омӯзиши дарозумрии полимерҳо истифода бурда, натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба вобастагии дарозумрӣ аз шиддати механикӣ σ ва температура T гирифта, ин натиҷаҳоро таҳлил намуда, оид ба асосҳои феноменологии консепсияи кинетикии вайроншавии ҷисмҳои сахт табииати гуногун дошта, маълумотҳои илмӣ асоснок пайдо намудан мумкин аст.

Калидвожаҳо: мустаҳкамӣ, дарозумрӣ, полимер, бозуи фишанг, мошинаи мустаҳкамиро ченкунанда.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РАЗРЫВНОЙ ПРОЧНОСТИ

В работе рассмотрен принцип действия разрывной машины для исследования прочностных свойств кристаллических, металлических и полимерных материалов. Показано, как на практике можно получить балансировку прибора для получения равновесного состояния фигурного рычага при вращения вокруг вала. Расчетным способом и экспериментально произведены расчеты усиления прибора. В зависимости от профиля рычага и диаметра блока соосно соединенного с валом разрывной машины. Показано, что усиление прибора будет различным, так как нагрузка на образце в $\frac{R}{r_0}$ раз будет больше, чем приложенная сила. Авторы доказали, что, изменив профиль рычага и диаметр блока, можно изменить усиления прибора, тем самым подтвердили, что данный прибор можно использовать для измерения долговечности материалов, а полученные экспериментальные результаты зависимости долговечности материалов τ от механического напряжения σ и температуры T , анализ результатов этих исследований составляет феноменологическую основу кинетической концепции разрушения твердых тел различной природы.

Ключевые слова: прочность, долговечность, полимер, рычаг, рычажное устройство.

METHODS OF DETERMINING DURABILITY AND TENSILE STRENGTH

The work is discussed the operating principle of a tensile testing machine for studying the strength properties of crystalline, metallic and polymeric materials. It is shown that it is possible to take the balance of the device for obtaining the equilibrium state of a shaped lever when rotating around a shaft in practice. The gain of the device was calculated by using computational methods and experimentally. It is connected coaxially to the shaft of the breaking machine depending on the profile of the lever and the diameter of the block. It is shown that the gain of the device will be different, since the load on the sample $\frac{R}{r_0}$ several times greater than the applied force. The authors proved that by changing the profile of the lever and the diameter of the block, they can be used to measure the durability of materials and the obtained experimental results of the dependence of the durability of materials τ on stress σ and temperature T , the analysis of the results of these studies is formed by the phenomenological basis of the kinetic concept of destruction of solids of different nature.

Keywords: strength, durability, polymer, lever arm, lever device.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Ҷалилов Файзулло* – Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд, номзади илмҳои физика ва математика, дотсенти кафедраи математикаи олии физика. **Суроға:** 735700, ш.Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Исмоили Сомонӣ, 226. E-mail: Jalilov47@mail.ru. Телефон: **928-09-27-72**

Умаров Насимҷон Негматович – Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров, номзади илмҳои физикаю математика, мудири кафедраи физикаи умумӣ ва ҷисмҳои сахт. **Суроға:** 735700, ш.Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Мавлонбеков, 1. E-mail: nasimchon-74@mail.ru. Телефон: **927-40-55-65**

Левандовский Богдан Игоревич – Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар ш. Хучанд, номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи барномарезӣ ва низомҳои иттилоотӣ. **Суроға:** 735700, ш.Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Исмоили Сомонӣ, 226. E-mail: levandovsky.b@gmail.com. Телефон: (+992) 927-73-66-13

Ҷалилова Ҷамиляхон Тоҷиддиновна – Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Б.Ғафуров, лаборанти кафедраи электроника. **Суроға:** 735700, ш.Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Мавлонбеков, 1. Телефон: 987-04-33-22

Сведения об авторах: *Джалилов Файзулло* – Политехнический институт Таджикского технического университета им. академика М.С.Осими в городе Худжанде, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики и физики. **Адрес:** 735700, г.Худжанд, Республика Таджикистан, проспект Исмоила Сомони, 226. E-mail: Jalilov47@mail.ru. Телефон: 928-09-27-72

Умаров Насимджон Негматович – Худжандский государственный университет имени академика Бободжана Гафурова, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой общей физики и твёрдого тела. **Адрес:** 735700, г.Худжанд, Республика Таджикистан, улица Мавлонбекова, 1. E-mail: nasimchon-74@mail.ru. Телефон: 927-40-55-65

Левандовский Богдан Игоревич – Политехнический институт Таджикского технического университета им. академика М.С.Осими в городе Худжанде, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры программирования и информационных систем. **Адрес:**735700, г.Худжанд, Республика Таджикистан, проспект Исмоила Сомони, 226. E-mail: levandovsky.b@gmail.com. Телефон: (+992) 927-73-66-13

Джалилова Джамиляхон Тоҷиддиновна – Худжандский государственный университет имени академика Бободжана Гафурова, лаборант кафедры электроники. **Адрес:**735700, г.Худжанд, Республика Таджикистан, улица Мавлонбекова, 1. Телефон: 987-04-33-22

Information about authors: *Jalilov Faizullo* – Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi in Khujand, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Physics. **Address:** 735700, Khujand, Republic of Tajikistan, Ismail Somoni Avenue, 226. E-mail: Jalilov47@mail.ru. Phone: 928-09-27-72

Umarov Nasimjon Negmatovich – Khujand State University named after Academician Bobojan Gafurov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of General Physics and Solid State. **Address:** 735700, Khujand, Republic of Tajikistan, Mavlonbekov Street, 1. E-mail: nasimchon-74@mail.ru. Phone: 927-40-55-65

Levandovsky Bogdan Igorevich – Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi in Khujand, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Programming and Information Systems. **Address:** 735700, Khujand, Republic of Tajikistan, Ismail Somoni Avenue, 226. E-mail: levandovsky.b@gmail.com. Phone: (+992) 927-73-66-13

Jalilova Jamilyahon Tojiddinovna – Khujand State University named after Academician Bobojan Gafurov, Laboratory Assistant of the Department of Electronics. **Address:** 735700, Khujand, Republic of Tajikistan, Mavlonbekov Street, 1. Phone: 987-04-33-22

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Комилова Д.А.

Худжандский политехнический институт Таджикского технического университета
имени академика М.С. Осими

Современные исследования показывают, что отдельные группы населения не соблюдают правила употребления пищи, очень мало потребляют богатую пищу с высоким содержанием биологических веществ. Следовательно, для развития пищевой промышленности необходимо разработать новые виды продуктов с добавлением нетрадиционного сырья, которые богаты всеми полезными веществами и отвечают всем требованиям организма человека.

В последние годы потребление энергии людьми возросло, а калорийность пищи снизилась из-за уменьшения количества пищи.

Это не только вызывает уменьшение углеводов и жиров в организме, но и вызывает уменьшение биологически активных веществ, таких как витамины, микроэлементы, пектин и т. д. Чтобы решить эту проблему, рекомендуется употреблять больше зерновых продуктов, поскольку они содержат много биологически активных веществ.

Среди пищевой промышленности наиболее мощной является кондитерская промышленность. Кондитерские изделия известны человеку с давних времен. Кондитерские изделия становятся все более разнообразными и качественными.

Увеличение ассортимента пищевых продуктов, особенно кондитерских изделий, является одной из важнейших задач пищевой промышленности. Наряду с увеличением ассортимента продукции производителям следует обратить пристальное внимание на состав и ценность муки. Ведь кондитерские изделия – один из продуктов, который больше всего участвует в рационе современного человека.

Проблема обеспечения населения Республики Таджикистан обогащенными продуктами питания на примере сахарного печенья, обладающего богатой биологической ценностью, в настоящее время до конца не изучена. Поэтому изучение данного вопроса в пищевой промышленности является актуальной задачей.

Пшеница является основной зерновой культурой и считается важной продовольственной и стратегической культурой. Пшеница играет очень важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Пшеница – не только широко распространенная культура в мире, но и основной продукт питания многих стран.

Пшеница – отличный источник энергии. Пшеница содержит большое количество белка (в среднем 8-24%, у дикой пшеницы до 25-30%), углеводов (60-64%), жиров (1,5-2%), минеральных солей (1,7%), есть витамины, ферменты и т.д. Продукты, которые приготовлены из пшеницы, благотворно влияют на деятельность кишечника, желудка и пищеварительной системы. Пшеница содержит много витамина Е.

Пророщенная пшеница по своим характеристикам отличается от сухой пшеницы. В процессе прорастания пшеницы ее питательные вещества изменяются. В ее пророщенных листьях вырабатывается большое количество белка. Зародыши пшеницы содержат витамины А, В, Е и D, а также 18 аминокислот.

Во время проращивания пшеницы меняется ее химический состав. Количество белков, жиров и пищевых волокон постепенно увеличивается, а количество углеводов уменьшается, так как они используются для поддержки процессов роста. Питательные вещества, содержащиеся в зерне, активно расщепляются, что облегчает их усвоение организмом человека.

Пророщенные ростки пшеницы богаты калием, который важен для нормальной работы сердца. Также пророщенная пшеница содержит литий и хром, необходимые для работы нервной системы. Зародыш богат клетчаткой, она регулирует деятельность желудочно-кишечного тракта человека и служит для выведения балластных веществ.

Для проведения исследовательской работы и получения научных результатов были использованы следующие виды сырья: мука пшеничная высшего качества, сахарный песок, маргарин, яйца куриные, ароматизатор ванилин, химический разрыхлитель, пшеница мягкая.

Образец сахарного печенья был приготовлен в условиях лаборатории Худжандского политехнического института Таджикского технического университета имени академика Мухаммада Осими.

Для замешивания теста размягченный маргарин смешивали с мукой до получения однородной массы. Отдельно куриные яйца взбивали с сахарным песком до полного растворения кристаллов сахара. Приготовленные рецептурные смеси смешали между собой и добавили к ним ванилин и химический разрыхлитель. Все сырье перемешивали до образования однородного эластичного теста. Чтобы хорошо перемешать ингредиенты и сохранить масло в тесте, его поместили в холодильник при температуре +6-+0°C на 60 минут. По истечении указанного времени разделили тесто на кусочки, сформировали заготовки и выпекали в течение 10–12 минут в разогретой духовке при температуре 200°C. Толщина образцов не более 7 мм.

Для достижения целей и задач исследования в рецептурный состав сахарного печенья был добавлен порошок из пророщенной и высушенной пшеницы.

Для проращивания пшеницы особое место имеет стадия замачивания и прорастания зерна. Этот процесс характеризуется большим воздействием на пшеницу избыточного количества воды, он занимает длительный период времени. Пшеницу замачивали в воде в течение 4 часов при температуре 40°C в соотношении 1:3. Замоченную пшеницу проращивали в течение 72-90 часов при температуре 28-32°C, время от времени пшеницу увлажняли водой.

В результате проведенных исследований установлено, что наилучшие результаты имеет масса пророщенной пшеницы, которая проращивалась в течение 85 часов при температуре 28°C, длина зерна пророщенной пшеницы в этот период составляет 3,5 - 4 мм.

Пророщенную пшеницу измельчили в лабораторном измельчителе, размер измельченных частиц 0,5-1 мм. Измельченную массу трижды промывали водой. После промывки пшеницу поместили в лабораторный сушильный шкаф марки Feruza при температуре 50°C на 8 часов. Влажность массы после сушки 7,5-8%.

После сушки пшеницу измельчили в лабораторной мельнице марки «Falling Number 1310».

В состав теста для сахарного печенья порошок из пророщенной пшеницы добавляли в количестве 5%, 10%, 15%, 20% от массы пшеничной муки, рецептура на которого представлена в таблице 1.

Таблица 1. Рецептура для приготовления сахарного печенья с добавлением порошка из пророщенной пшеницы

Table 1. Recipe for making sugar cookies with the addition of wheat germ powder

Наименование сырья	Образцы сахарного печенья с добавлением порошка из пророщенной пшеницы				
	Контроль	Образец 1 5%	Образец 2 10%	Образец 3 15%	Образец 4 20%
Пшеничная мука высшего сорта	350	332,5	315	297,5	280
Порошок из пророщенной пшеницы	-	17,5	35	52,5	70
Маргарин	350	350	350	350	350
Сахар-песок	280	280	280	280	280

Куриное яйцо	112	112	112	112	112
Ванилин	14	14	14	14	14
Химический разрыхлитель	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8

С помощью органолептических и физико-химических методов определили качество готовой продукции, результаты отражены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты анализа качества образцов сахарного печенья с добавлением порошка из пророщенной пшеницы

Table 2. Results of quality analysis of sugar cookie samples with the addition of sprouted wheat powder

Наименование показателей	Образцы печенья				
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Цвет	Равномерный, соломенный	Бледно-желтый	Золотистый	Золотистый	Тёмно-золотой с вкраплениями пшеницы
Запах	Приятный	Приятный	Приятный	Приятный, с наличием легкого постороннего запаха	Ощущается запах пшеницы
Вкус	Без постороннего привкуса	Без постороннего привкуса	Без постороннего привкуса	Ощущается наличие неопределённого привкуса	Ощущается привкус растения
Поверхность	Гладкий, не подгорелый и без скопления крошки				
Форма	Правильная, без вмятин, вздутий и повреждений				
Вид в изломе	Испеченный, с ровной рыхлостью, без пустых мест и без изъянов				
Щелочность, °Т	2,1	1,9	2,2	2,7	2,5
Намакаемость, %	185	191	190	196	194
Влажность, %	9,4	9,3	9,7	8,8	9,7

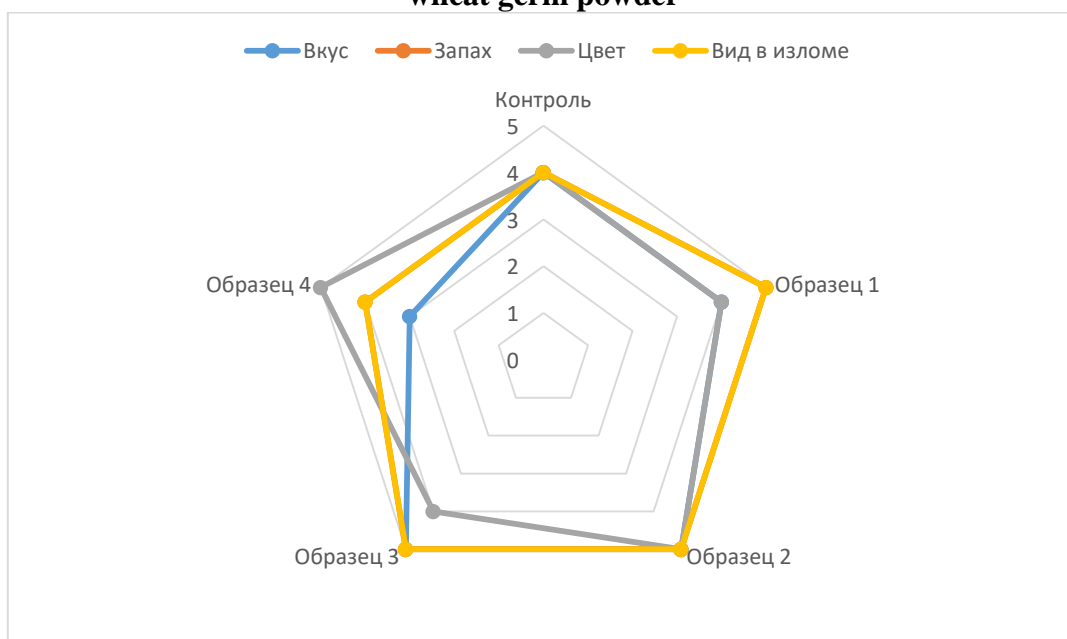
Помимо вышеупомянутых анализов, качество образцов определялось также с помощью балльной оценки. В данной оценке приняли активное участие специалисты, преподаватели, студенты и аспиранты Худжандского политехнического институт Таджикского технического университета имени академика Мухаммада Осими. При оценке оценивали вкус, запах, цвет и вид в изломе продукта. Для оценки была выбрана 5-балльная система оценивания. Результаты анализа представлены в виде профилограммы на рисунке 1.

На основании проведенного анализа установлено, что добавление в рецептурный состав традиционного сахарного печенья порошка из пророщенной пшеницы в количестве 5-20% не оказывает отрицательного влияния на физико-химические свойства готового продукта. Все показатели находятся в пределах нормы, а в ряде случаев результаты лучше контрольного образца.

Образец, содержащий до 20% порошка из пророщенной пшеницы, имеет неприятный вкус, не свойственный печенью. При жевании продукта чувствуется пшеничная шелуха. При этом сразу чувствуется запах пророщенной пшеницы.

Исходя из проведенных анализов, рекомендуется добавлять в состав сахарного печенья порошок из пророщенной пшеницы в количестве 5-15%. При этом печенье имеет высокие органолептические, балльные и физико-химические показатели.

Рис. 1. Результаты 5-балльной оценки качества сахарного печенья с добавлением порошка из пророщенной пшеницы
Fig 1. Results of a 5-point assessment of the quality of sugar cookies with the addition of wheat germ powder



С учётом полученных результатов, доказана целесообразность использования порошка пророщенной пшеницы при производстве сахарного печенья. Полученный продукт не только имеет высокие органолептические и физико-химические качества, но и имеет богатый состав, высокую биологическую и пищевую ценность. Наличие клетчатки в составе продукта способствует очистке пищеварительной системы человека от балластных веществ и защищает человека от ряда серьезных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурчакова И.Ю. Организация процесса приготовления сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.Ю. Бурчакова, С.В. Ермилова. -М.: Издательский центр «Академия», 2014. -384 с.
2. Васюкова А.Т. Технология сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий: учебное пособие / Т.А. Васюкова. -М.: РУСАЙНС, 2017. -250 с.
3. Драгилев А.И. Производство мучных кондитерских изделий / А.И. Драгилев, Я.М. Сезанаев. -М.: Де Ли, 2000. -446 с.
4. Ермилова С.В. Приготовление хлебобулочных, мучных и кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.В. Ермилова. -М.: Издательский центр «Академия», 2014. -336 с.
5. Зубченко А.В. Технология кондитерского производства / А.В. Зубченко. -Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. -430 с.
6. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: Учебник / А.В. Зубченко. -2-е изд., перераб. и доп. -Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. -389 с.
7. Кузнецова Л.С. Лабораторный практикум по технологии кондитерского производства / Л.С. Кузнецова. -М.: Пищевая промышленность, 1980. -184 с.
8. Кузнецова Л.С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий: Учебн. для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. -М.: Мастерство, 2002. -320 с.
9. Кузнецова Л.С. Технология производства мучных кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – 8-е изд., доп. -М.: Издательский центр «Академия», 2014. -400 с.
10. Лурье И.С. Технология кондитерского производства / И.С. Лурье. -М.: Агропромиздат, 1992. -399 с.

САМТИ ОЯНДАДОРИ РУШДИ САНОАТИ ҚАННОДӢ

Зиёд кардани номгӯи махсулоти хӯрока, махсусан махсулоти қаннодӣ, яке аз вазифаҳои муҳими саноати хӯрока мебошад. Дар мақолаи мазкур имконияти истифодаи хокаи гандуми сабзонида ҳангоми истеҳсоли кулчақанди шакарӣ дида шудааст, ки он дорои арзиши ғании биологӣ мебошад. Донаи гандум ба сабзонидан ва шустан дар об бо мақсади паст кардани фаъолнокии амилитикӣ дучор карда шудааст.

Бо ёрии усулҳои органолептикӣ ва физикӣ-химиявӣ имконияти истифодаи ин намуди нави ашёи хом дар саноати қаннодӣ, яъне ҳангоми истеҳсоли кулчақанди шакарӣ муайян карда шудааст. Ба ғайр аз усулҳои дар боло зикргардида, инчунин, усули баҳодиҳии 5-балла барои майян кардани сифати маҳсулоти тайёр истифода шудааст. Хокаи гандуми сабзонида ба таркиби дастурамали кулчақанди шакарӣ бо вояҳои гуногун илова шуда, самаранокии таҳқиқоти мазкур бо роҳи эксперименталӣ муайян карда шудааст.

Калидвожаҳо. саноати хӯрока, саноати қаннодӣ, маҳсулоти қаннодӣ, кулчақанди шакарӣ, гандум, гандуми сабзонида, хокаи гандуми сабзонида, таҳлили сифат, усули органолептикӣ, усули физико-химиявӣ, сифат, бехатарӣ, арзиши биологӣ, клечатка.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Увеличение ассортимента пищевых продуктов, особенно кондитерских изделий, является одной из важнейших задач пищевой промышленности. В данной статье рассматривается возможность использования порошка из пророщенной пшеницы при производстве сахарного печенья, имеющего богатую биологическую ценность. Зерно пшеницы подвергалось проращиванию и промыванию в воде для уменьшения амилолитической активности. С помощью органолептических и физико-химических методов определена возможность использования этого нового источника сырья в кондитерской промышленности, то есть при производстве сахарного печенья. Помимо вышеупомянутых анализов, качество образцов определялось также с помощью балльной оценки. Порошок из пророщенной пшеницы добавляли в состав сахарного печенья в разных дозах, эффективность данного исследования была определена экспериментально.

Ключевые слова: пищевая промышленность, кондитерская промышленность, кондитерские изделия, сахарное печенье, пшеница, пророщенная пшеница, порошок из пророщенной пшеницы, анализ качества, органолептические методы, физико-химические методы, качество, безопасность, биологическая ценность, клечатка.

A PROMISING DIRECTION FOR DEVELOPMENT OF THE CONFECTIONERY INDUSTRY

Increasing the range of food products, especially confectionery products, is one of the most important tasks of the food industry. This article discusses the possibility of using wheat germ powder in the production of sugar liver, which has rich biological value. Wheat grain was germinated and washed in water to reduce amylolytic activity. Using organoleptic and physicochemical methods, the possibility of using this new source of raw materials in the confectionery industry, that is, in the production of sugar cookies, was determined. In addition to the above-mentioned analyses, the quality of the samples was also determined using scoring. Wheat germ powder was added to sugar cookies in different doses, the effectiveness of this study was determined experimentally.

Keywords: food industry, confectionery industry, confectionery products, sugar cookies, wheat, sprouted wheat, sprouted wheat powder, quality analysis, organoleptic methods, physicochemical methods, quality, safety, biological value, fiber.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Комилова Дилрабо Абдувалиевна* – Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи технологияи маҳсулоти хӯрока. **Суроға.** 735700, ш.Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Суғд, хиёбони Исмоили Сомонӣ, 226. E-mail: komilova1285@mail.ru. Телефон: (+992) 933-03-77-77

Сведения об авторе: *Комилова Дилрабо Абдувалиевна* - Худжандский политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры технологии пищевых продуктов. **Адрес:** 735700, г.Худжанд, Республика Таджикистан, проспект Исмоила Сомони, 226. E-mail: komilova1285@mail.ru. Телефон: (+992) 933-03-77-77

Information about the author: *Komilova Dilrabo Abduvalievna* - Khujand Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, acting. Associate Professor of the Department of Food Technology. **Address:** 735700, Khujand, Republic of Tajikistan, Sughd region, Ismoil Somoni Avenue, 226. E-mail: komilova1285@mail.ru. Phone: (+992) 933-03-77-77

УДК: 551.324.63

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕДНИКА СКОГАЧ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Насруллоев Ф.Х.

Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана»

Благодаря особенностям орографии и климата, Таджикистан является крупным центром современного оледенения Средней Азии. Ледники - огромное богатство Таджикистана, т. к. они являются не только хранилищами воды, но и регуляторами речного стока и климата.

Наиболее активное изучение ледников в Республике Таджикистан началось в период Международного геофизического года. Ледник Федченко был выбран основным объектом гляциологических исследований на Памире. Наличие в экспедиции высококвалифицированных кадров: географов-гляциологов, геофизиков, гидрологов, сейсмологов, топографов и представителей ряда других специальностей позволило провести исследования по широкой программе. Летом число участников экспедиции, проводящих исследования непосредственно на ледниках, достигало 120 человек. Была проведена аэрофотосъемка всей котловины и топографическая съемка окончания ледника. Кроме того, была составлена геоморфологическая карта конечной части самого ледника Федченко и проведены топографические съемки, термометрические, метеорологические и гляциоморфологические наблюдения за другими ледниками, такими как Грум-Гржимайло и бассейн реки Зарафшан. Результаты научных исследований представлены в научных журналах, например, в журнале «Материалы гляциологических исследований» [9].

Ледники и вечные снега Таджикистана являются главным источником питания рек бассейна Аральского моря. Ледники занимают площадь $8,0 \pm 0,4$ тыс. км², что составляет 6% территории всей страны. Основные массы льда сосредоточены в горах Западного Памира [4].

Ледник Скогач - один из наиболее изученных ледников за последние годы. Многие статьи по бассейну реки Скогач имеют обзорный характер. Результаты этих работ анализированы и обобщены в Национальных сообщениях [3; 5].

На леднике Скогач на основе совместной программы в 2011 году была проведена международная научная экспедиция. В этой экспедиции были выполнены такие работы: определение снежного покрова; определен контур поверхности ледника с помощью GPS, проведен метеорологический и гляциологический мониторинг; наблюдение за состоянием рек исследуемой территории [6; 8].

Место исследования. Ледник Скогач расположен на склоне Мазарского хребта – отроге Дарвазского хребта. Его длина 12 км, площадь 12,6 км²; начинается он на высоте более 5250 м, а заканчивается на 3050 м над ур. моря. На высоте 4000–4200 м поверхность ледника нарушена труднопроходимым ледопадом, ниже которого протянулись огивы [2].

Вытекающая из ледника р. Скогач впадает в р. Бохуд – левую составляющую Обихингоу. Язык ледника закрыт мореной (рис 1). Современная конечная морена представлена невысокими дугообразными валами высотой 3-4 м. В 0,5 км от конца ледника находится полуразрушенная древняя морена высотой около 20 м. Имеются и древние береговые морены в виде крутых узких валов высотой в десятки метров [1].

С 1969 по 1972 годы язык ледника находился в стационарном положении, затем до 1981 года отступал по 4 метра в год, а с 1981 по 1990 год – по 7 метров в год. Как впоследствии подсчитали (таблица 1) гляциологи Институт географии [6; 7].

Таблица 1. Скорость отступления ледника Скогач за 1947-2003гг.

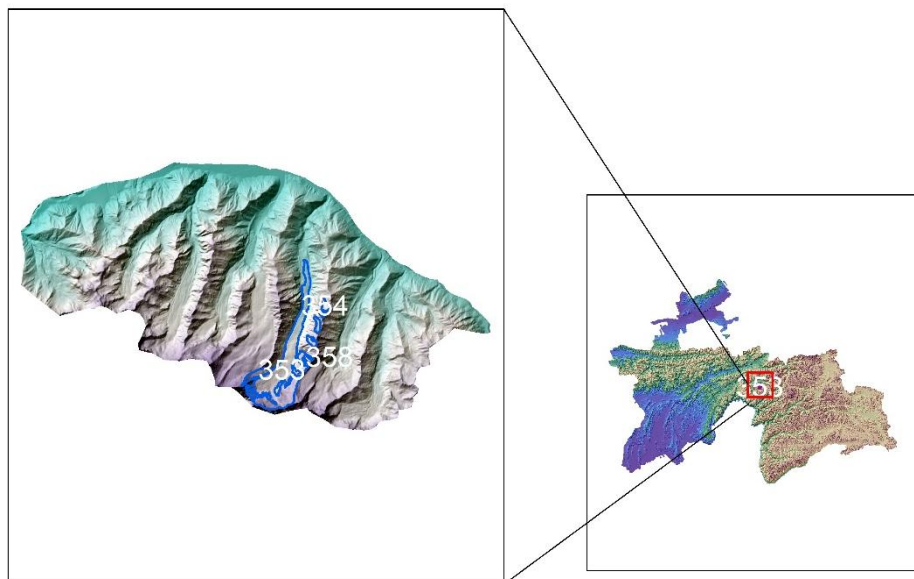
Table 1. Retreat rate of the Skogach glacier for 1947-2003

Показатель	1947-1972	1972-1977	1977-1985	1985-1991	1991-2003
Отступление конца ледника, м	85	30	40	45	0±15
Скорость отступления, м/год	3,4	6,0	5,0	7,5	0

Конец языка ледника Скогач за последние 20 лет не изменил по сравнению с 1991 г. своего расположения [4].

Рисунок.1. Место исследования ледника Скогач

Figure. 1. Study site of the Skogach glacier



Координаты данной долины от 38°52'11' северной широты 71°32'14' восточной долготы до 38°51'59' северной широты и 70°01'47' восточной долготы.

Бассейн реки Обихингоу является частью реки Вахш и является одним из важнейших районов оледенения Памира. Долина р. Обихингоу имеет в целом широтное простирание. Длина бассейна с запада на восток составляет около 180 км, с севера на юг в широкой части, в среднем более 70 км. Площадь бассейна 6660 км².

Бассейн реки Обихингоу служит границей в долинах рек Муксу и Сурхоб на севере хребта Петра I, а на востоке хребта Академии наук разделяет ледники бассейна Обихингоб и ледник Федченко, на юге, за Дарвазским хребтом, расположен бассейн р. Ванч. Большие абсолютные высоты хребтов, окаймляющих долину р. Обихингоу, и благоприятное расположение бассейна по отношению к основным влагонесущим потокам - западному и юго-западному - определяет высокую степень оледенения бассейна - в целом 11%, несмотря на то что часть территории в низовьях Обихингоу вообще лишена ледников [6].

Доля дождевого и подземного питания практически равна нулю. Максимально снег и лёд тают при термической депрессии и облачности 3-6 баллов.

Климат. В ледниковой зоне бассейна р. Обихингоу метеорологические наблюдения проводились только на водном пункте, в прошлом веке в ходе комплексных гляциологических работ. Многолетний ряд наблюдений имеет ГМСТ Тавильдара (с 1932 г.) (высота 1620 м), расположенная в западной части этого района. При анализе многолетних данных выявлено, что самым холодным месяцем в бассейне р. Оби-Хингоу является январь, самым теплым - август (табл. 2). Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха в долине составляет около 29°С. В ледниковой зоне она должна быть меньше. С февраля начинается постепенное повышение температуры воздуха.

Таблица 2. Температура воздуха, °С
Table 2. Air temperature, °C

Среднегодовая температура воздуха													
станция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Сангвор	-6,8	-4,7	0,0	6,3	11,4	14,4	18,1	18,1	14,3	8,01	1,7	-3,2	6,5
Абсолютная минимальная температура воздуха													
Сангвор	-32	-29	-26	-9	-3	-1	3	0,4	-2	-11	-21	-27	-32
Абсолютная максимальная температура воздуха													
Сангвор	10	15	19	26	30	33	34	35	33	29	23	16	35

С увеличением высоты местности температура воздуха понижается, причем это изменение летом больше, чем зимой. На высоких открытых склонах и перевалах в зимнее время температура воздуха выше, чем на дне долины, где происходит выхолаживание. Инверсии температур особенно сильно выражены в отдельные холодные дни. В горах Таджикистана средние из ежегодных абсолютных минимумов температуры в верхних частях склонов на 6-8°С выше, чем в долинах и котловинах.

Таблица 3. Даты перехода температуры воздуха через 0°С, первых и последних заморозков

Table 3. Dates of air temperature crossing 0°C, first and last frosts

Станция	Дата перехода средних суточных температур через 0°С		Дата заморозка				Средняя продолжительность безморозного периода, дни
	Весна	Осень	последнего		первого		
			средняя	Самая ранняя	средняя	Самая ранняя	
Сангвор	16/3	24/11	19/4	-	14/10	-	198

В летнее время в ледниковой зоне интенсивное перемешивание воздуха способствуют понижению температуры, в то время как дно долины сильно нагревается. В бассейне р. Обихингоу непосредственные наблюдения за температурой воздуха проводились летом 1969 г. В ясный день 2/8 температура воздуха на дне долины р. Обихингоу на высоте 2650 м (широкая пойма) была равной 25,8°С, у языка ледника Скогач 21,8°С (3200 м, открытый травянистый склон) и на уровне фирновой линии этого ледника °С (4400 м, снег). Таким образом, градиент температуры на 100 м высоты был равен 0,73°С с учетом температурного скачка между скалами и льдом, равного 2° С [6].

Бассейн р. Обихингоу расположен на пути влагонесущих воздушных масс, приходящих с юго-запада. Кроме того, в формировании осадков в бассейне значительную роль играют потоки влажного на МСТ Сангвор приходится на апрель месяц (в среднем 117 мм).

Основная масса осадков в районе выпадает в зимние и весенние месяцы, при этом количество зимних осадков в 8-10 раз превышает летние (табл. 4). Максимальная месячная сумма осадков уменьшение годовой суммы осадков по направлению с запада на восток, несмотря на увеличение абсолютных высот в этом же направлении [2].

Таблица 4. Среднее количество осадков в Сангвор (в мм)

Table 4. Average precipitation in Sangvor (in mm)

Станция	Абсолютная высота	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Сангвор	2180	54	77	110	117	111	45	23	15	5	27	70	69	723

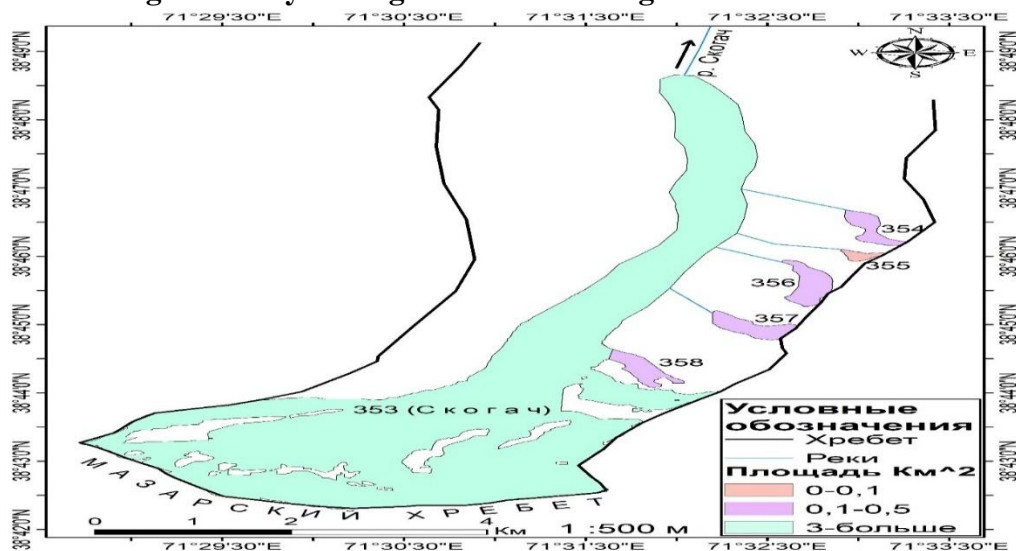
С увеличением высоты местности растет не только годовая сумма осадков, но и доля твердых осадков. На Памире на высотах выше 2000 м более половины годовой суммы

осадков выпадает в виде снега, на высотах до 3300 м - около 70%, выше 4200-4300 м практически все осадки являются твердыми. Так, на леднике Федченко (на высоте 4170 м) твердые осадки составляют 99% годового количества и только 1% приходится на долю смешанных осадков.

Методы исследования. Для оценки состояния ледников бассейна реки Скогач использованы методы дистанционного зондирования, реализованных с использованием космических снимков со спутников Landsat и Santinel с погрешностью 10-15 метров. Полученные снимки были импортированы в ArcGIS и использованы для расчета площади ледников бассейна реки Скогач и оценки положения их конечных участков в 1978, 2011 и 2018 гг. Фирновая линия проходит выше ледопада на высоте около 4400 м. В верховьях Скогача толща фирна отсутствует, сразу под снегом начинается фирновый лед, то есть снег превращается в лед за один год. Ниже имеются древние береговые морены в виде крутых узких валов высотой в десятки метров [6; 1].

Результаты. Согласно «Руководству по составлению Каталога ледников СССР», ледники бассейна реки Скогач имеют нумерации от № 353 до 358 (рис 2).

Рисунок 2. Схема расположения ледников в бассейне реки Скогач
Figure 2. Layout of glaciers in the Skogach River basin



Средняя плотность фирна в области питания составляет $0,5 \text{ кг/м}^3$. Долина, имеющая в целом широтное простираие, период составляет 60мм на 100 мм высоты, а в летний – 32мм. Снегомерные съемки в долине, вдоль р.Обихингоу, проводятся регулярно. Снегопункты распределены равномерно снизу вверх по долине до высот 2500-2660м. Данные снегомерных съемок в бассейне указывают на значительную высоту снежного покрова, достигающего в среднем 60-80 см, а в отдельных местах 130-150 см.

Всего в бассейне реки Скогач находится 6 ледников (рис. 2) - № 353-358, общей площадью $12,6 \text{ км}^2$, из них, кроме того, в бассейне р.Скогач имеется 2 ледника размерами менее $0,1 \text{ км}^2$ каждый.

Ледники в бассейне реки Скогач преимущественно имеют северные экспозиции (табл. 5), а по морфологическому типу относятся к – Висячим, к-каровым.

Как видно из табл. 5 и рис.2, все ледники имеют тенденцию к деградации, а ледник под номером 353,357,358 практически появился, то есть его площадь, по сравнению с каталогом СССР, увеличилась с $1,59 \text{ км}^2$ до $2,48 \text{ км}^2$, или 18,96% от общей площади данных Каталога СССР (табл.6).

Таблица 5. Характеристики ледников в бассейне реки Скогач
Table 5. Characteristics of glaciers in the Skogach River basin

Номер ледника	Низшая точка конца ледника	Высшая точка ледника	Морфологический тип	Общая экспозиция	Площадь, км ² (каталог ледников СССР, 1978г.)	Площадь км ² 2011г.	Площадь км ² 2018г.
353	3039	4717	Долиной	С	12,6	14,19	15,08
354	3968	4524	Каровый	С	0,2	0,054	0,189
355	4303	4587	Висячий	СЗ	0,1	0,09	0,057
356	4073	4450	Висячий дол.	СЗ	0,2	0,078	0,284
357	4322	5042	Висячий	СЗ	0,1	0,31	0,244
358	4070	4498	Склонный	СЗ	0,2	0,556	0,225
Общая площадь					13,4	15,27	16,07

Таблица 6. Площадь деградации ледников в бассейне реки Скогач до 2011 и 2018 гг. по сравнению с каталогом ледников СССР

Table 6. Area of glacier degradation in the Skogach River basin until 2011 and 2018. compared to the catalog of glaciers of the USSR

Номер ледника	Каталог ледников СССР,	Площадь, км ² 2011г.	Площадь м ² 2018г.	Площадь деградации, км ²
353	12,6	14,19	15,08	+1,59÷2,48
354	0,2	0,054	0,189	-0,011÷0,146
355	0,1	0,09	0,057	-0,043÷0,01
356	0,2	0,078	0,284	-0,122; +0,084
357	0,1	0,31	0,244	+0,21÷0,144
358	0,2	0,556	0,225	+0,356÷0,025
Общий площадь	13,4	15,27	16,07	1,87÷2,67

Проведенная оценка показала, что площадь ледников в бассейне реки Скогач увеличилась. Общая площадь ледников в этом бассейне в 2011 и 2018 гг. увеличилась, по сравнению с данными Каталога ледников СССР. Из 6 ледников бассейна реки Скогач 3 ледника (353,357,358) что составляет 18,96%, а общая площадь оледенения практически увеличивались, в целом увеличилась на 18,8% (2,37 км²), по сравнению с данными Каталога СССР (0,4 км²). Ледники №354,355,356 практически деградировали, в целом на 28%, а общая площадь оледенения уменьшилась на 20% (0,0196 км²), по сравнению с данными Каталога СССР (0,4 км²). При такой тенденции, в перспективе, возможно, исчезнут ледники в бассейне реки Скогач, что приведет к нарушению баланса в горных экосистемах. Необходимо наладить спутниковый и экспедиционный мониторинг ледников бассейна реки Скогач.

Для проведения фундаментальных научных исследований по ледникам необходимо разработать и использовать современные модели расчета баланса массы ледников и снежного покрова в высокогорных районах. Также осуществляется установка и монтаж современных метеорологических станций с целью определения параметров вблизи ледников, обеспечения базовым экспедиционным оборудованием, предоставлением качественных спутниковых снимков, дронов для изучения ледников, а также восстановления высотных метеостанций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгушин Л.Д. Гледники / Л.Д. Долгушин., Г.Б. Осипов. -М.: Мысль, 1989. -447 с.
2. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 3. Амударья. Часть 9. Бассейн р. Обихингоу. - Ленинград, 1978.

3. Каюмов А. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / А. Каюмов, Б. Махмадалиев, В. Новиков. – Душанбе, 2008. – 86 с.
4. Каюмов А. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата / А. Каюмов, Б. Махмадалиев, В. Новиков. – Душанбе, 2003. – 234 с.
5. Каюмов А. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / А. Каюмов, В. Новиков. – Душанбе, 2014. – 166 с.
6. Каюмов А.К. Первая комплексная международная научная экспедиция по изучению состояния ледников и экологической ситуации в верховьях рек Вахш и Пяндж. Часть 1. Ледники и гидрология / А.К. Каюмов. - Душанбе: Ирфон, 2013. -С.56-60.
7. Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху. – М.: Наука, 2006. – С.162-304.
8. Яблоков А.А. Новое о двух хорошо изученных ледниках Памира / А.А. Яблоков // Лёд и Снег. – М., 2012. - С.132-134.
9. Nasrulloev, F.Kh. About the global initiatives of the Republic of Tajikistan in the direction of glacier protection / F.Kh. Nasrulloev, S.T. Goziev, R.Kh. Nasrulloev. - 2023. -P.42-45. – EDN UEFECF.

БАҲОДИҲИИ ҲОЛАТИ ҲОЗИРАИ ПИРЯХИ СКОГАЧ ДАР ШАРОИТИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ

Дар мақолаи мазкур омӯзиши адибётҳо оид ба мавқеи физикӣ-ҷуғрофӣ, речаи гидрологӣ, иқлим, таназзул ва арзёбии ҳолати яхбандии дар ҳавзаи дарёи Скогаҷ анҷом дода шудааст. Инчунин, натиҷаҳои таҳқиқи ҳолат ва шумораи пирахҳо дар ҳавзаи дарёи Скогаҷ дар солҳои 1978, 2011 ва 2018, ки бо истифода аз аксҳои кайҳонӣ аз мохвораҳои Landsat ва Sentinel бо хатогии 10-15 метр амалӣ карда шудаанд, оварда шудааст.

Калидвожаҳо: пирах, дарёҳо, ҳарорат, яхбандшавӣ, гидрография, Обихингоб, экспедиция, пирахҳои Скогаҷ, коҳиш ёбӣ, тағйирёбии иқлим, каталогҳои пирахҳо, боришот.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕДНИКА СКОГАЧ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

В данной статье проведено изучение литературных источников по комплексным гляциогидрометеорологическим наблюдениям в периоды абляции физико-географического расположения, гидрологического режима, климата, деградации и оценки состояния оледенения бассейна реки Скогач, а также приведены результаты проведенных исследований состояния количества ледников бассейна реки Скогач за период 1969, 1972, 1978, 2011 и 2018 гг, реализованных с использованием космических снимков со спутников Landsat и Sentinel с погрешностью 10-15 метров.

Ключевые слова: ледник, реки, температура, оледенение, гидрография, Обихингоу, экспедиция, ледник Скогач, отступление, изменение климата, каталог ледников, осадки.

ASSESSMENT OF THE SKOGACH GLACIER IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

The article, a study of the literature on the physical-geographical location, hydrological regime, climate, degradation and evaluation of the condition of the ice in the Skogach River basin is carried out. The results of the study of the state and number of glaciers in the Skogach River basin in 1978, 2011 and 2018, which were carried out using space photos from Landsat and Sentinel satellites with an error of 10-15 meters, are also presented.

Keywords: glacier, rivers, temperature, glaciation, hydrography, Obikhingob, expedition, Skogach glacier, receding, climate change, catalog of glaciers, precipitation.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Насруллоев Фарход Хуҷаевич* - Муассисаи давлатии илмии Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктор Ph.D. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 33. E-mail: farhad-9393@mail.ru. Телефон: (+992) 918-39-71-31; 888-80-17-08

Сведения об авторе: *Насруллоев Фарход Худжаевич* – Государственное научное учреждение Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана, доктор Ph.D. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 33. E-mail: farhad-9393@mail.ru. Телефон: (+992) 918-39-71-31; 888-80-17-08

Information about the author: *Nasrulloev Farhod Khujaevich* - State Scientific Institution Center for Glacier Studies of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dr. Ph.D. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue 33. E-mail: farhad-9393@mail.ru. Phone: (+992) 918-39-71-31; 888-80-17-08

Олимов Н.А.

Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими

Проблема защиты информации путем трансформации и недопущения постороннего чтения беспокоила человеческий разум с давних пор. В настоящее время с развитием информационных технологий обеспечение секретности и конфиденциальности данных является одной из главных задач. Проблема информационной безопасности многогранна и требует комплексного подхода к использованию существующих мер безопасности. Традиционные методы защиты информации от преднамеренных угроз включают: криптологические методы защиты информации, ограничение доступа к информации, контроль доступа к оборудованию и законодательные меры. В этой статье мы рассмотрим более подробно криптографические методы защиты.

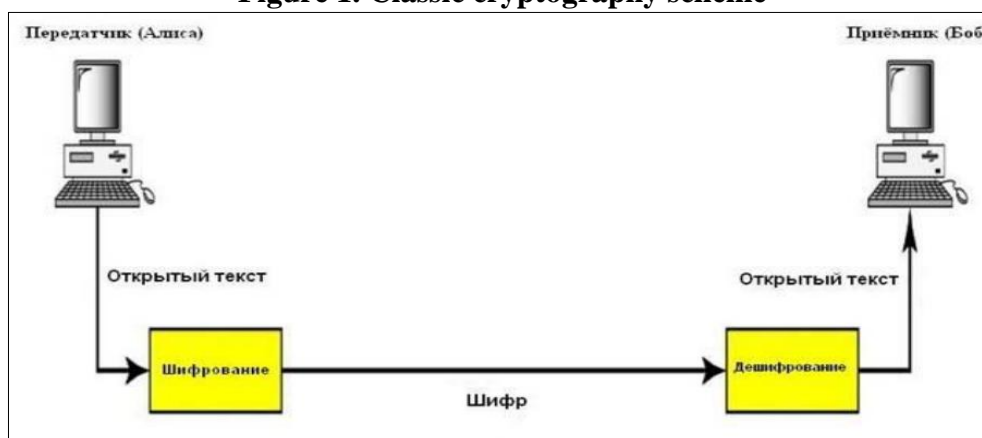
Основная часть

Понятие криптографии, криптологии, криптоанализа. Криптография (от древнегреч. *κρυπτος* – скрытый и *γραφω* – пишу) – наука о методах обеспечения конфиденциальности и аутентичности информации [12]. Криптография - это комбинация методов преобразования данных, разработанная для того, чтобы сделать эти данные бесполезными для злоумышленника. Криптоанализ – это часть криптологии, связанная со взломом секретных систем. Криптограф ищет методы, обеспечивающие секретность и/или подлинность информации путём шифрования исходного текста [11].

Криптология – эта наука о защите информации. Криптографическая задача криптографии: передатчик (Алиса) желает передать секретную информацию получателю (Бобу) через неклассифицированный канал связи общего пользования (например, по телефону, через компьютерную сеть), чтобы третья сторона (Ева) не смогла восстановить исходное сообщение передатчика. Чтобы обеспечить надежную передачу, отправитель шифрует исходное сообщение (называемое исходным кодом) с использованием некоторой секретной информации (называемой секретным ключом) и отправляет полученный зашифрованный текст (называемый шифром) по общедоступному несекретному каналу связи. Получив шифр, приёмник расшифровывает исходный текст передатчика с помощью секретного ключа. Атакующий имеет доступ к каналу связи и может получить шифр, но секретного ключа нет. Криптографическая схема называется абсолютно-секретной, если знание шифра не дает информации о тексте (рисунок 1).

Рисунок 1. Классическая схема криптографии

Figure 1. Classic cryptography scheme



Криптографические методы защиты информации. Криптографические методы защиты информации - это специальные методы шифрования, кодирования или другой обработки информации, в результате чего их содержимое становится недоступным без предоставления ключа криптограммы и обратного преобразования. Криптографический метод защиты на сегодняшний день является наиболее надежным методом защиты, поскольку сама информация защищена и недоступна (например, зашифрованный файл не может быть прочитан даже в случае кражи носителя). Этот метод защиты реализован в виде программ или пакетов программ [10]. Из-за характера воздействия на исходную информацию методы преобразования криптографической информации можно разделить на четыре группы:

Рисунок 2. Классификация методов криптографического преобразования информации
Figure 2. Classification of methods of cryptographic transformation of information



Метод шифрования, или шифр, представляет собой набор обратимых преобразований открытой информации в закрытую информацию в соответствии с алгоритмом шифрования [4].

Стеганография (от греч. *στεγανός* – скрытый и греч. *γράφω* – пишу, буквально «тайнопись») – это наука о скрытой передаче информации путём сохранения в тайне самого факта передачи [5].

Кодирование – это преобразование информации из одной формы представления в другую, наиболее практичное для ее хранения, передачи или обработки [6].

Сжатие информации – это процесс преобразования информации, хранящейся в файле, в результате чего ее избыточность уменьшается, поэтому для архивирования требуется меньше памяти [7].

Требования к криптографическим системам. Для современных систем криптографической защиты информации сформулированы следующие общепризнанные требования:

- Знание алгоритма шифрования не должно снижать криптостойкости шифра.
- Зашифрованное сообщение должно поддаваться чтению только при наличии ключа.
- Число операций, необходимых для расшифровывания информации, путем перебора всевозможных ключей, должно иметь строгую нижнюю оценку и должно либо выходить за пределы возможностей современных компьютеров (с учетом возможности организации сетевых вычислений), либо требовать создания и использования дорогих вычислительных систем.
- Небольшое изменение ключа или исходного текста должно привести к значительному изменению внешнего вида зашифрованного текста. Почти все донаучные криптографические шифры не отвечают этому требованию.
- Структурные элементы алгоритма шифрования должны быть неизменными.
- Длина зашифрованного текста должна быть равной длине исходного текста.
- Дополнительные биты, введенные в сообщение во время процесса шифрования, должны быть полностью и надежно замаскированы в зашифрованном тексте.
- Не должно быть простых и легко определяемых зависимостей между ключами, последовательно используемыми в процессе шифрования.

- Любой ключ из множества возможных должен обеспечивать надежную защиту информации.

Программные средства криптографической защиты информации

1) КриптоПро CSP 5.0 [8]:

Назначение КриптоПро CSP:

- Формирование и проверка электронной подписи.
- Обеспечение конфиденциальности и контроля целостности информации посредством ее шифрования и имитозащиты.

- Обеспечение аутентичности, конфиденциальности и имитозащиты соединений по протоколам TLS, и IPsec.

- Контроль целостности системного и прикладного программного обеспечения для его защиты от несанкционированных изменений и нарушений доверенного функционирования.

2) ViPNet CUSTOM - это широкий спектр продуктов InfoTeKS, включая программное и аппаратное обеспечение и программные системы (меры по защите информации с ограниченным доступом, включая личные данные).

Назначение: ViPNet CUSTOM позволяет организовать информационную безопасность в крупных сетях (от нескольких десятков до десятков тысяч сетевых узлов - рабочих станций, серверов и ноутбуков) и ставит своей целью создание безопасной и надежной среды для передачи ограниченной информации использование общественных и частных каналов связи (Интернет, телефон и беспроводные линии связи) путем организации виртуальной частной сети (VPN) с одним или несколькими центрами управления.

3) СгуртоARM - это универсальная программа для шифрования файлов и электронной подписи. Программа предназначена для защиты корпоративной и личной информации, передаваемой через Интернет, электронную почту и сменные носители (диски, флешкарты).

Назначение:

- Надежно защищает данные от постороннего доступа;
- Гарантирует целостность данных при отправке по незащищенным каналам связи;
- Обеспечивает подлинность и авторство электронных документов.

Краткие преимущества и угрозы криптографии. Преимущества криптографии хорошо известны. Шифрование защищает информацию, хранимую или передаваемую от несанкционированного доступа и разглашения. Другие методы шифрования, такие как аутентификация и цифровые подписи, предотвращают использование поддельного IP-адреса и фальсификацию сообщений для проникновения в компьютерную систему. Почти все согласны с тем, что шифрование является наиболее важным средством обеспечения информационной безопасности, которое должно быть доступно пользователям. Криптография также представляет угрозу для организаций и частных лиц. Используя шифрование, сотрудник компании может продавать конфиденциальную электронную информацию конкурентам; необходимость фотокопирования и физического переноса документов отпадает. Электронную информацию можно продавать и покупать в хорошо защищенных и полностью анонимных черных сетях, таких как Black-Net, где вы можете легко нанимать частных лиц для корпоративного или государственного шпионажа. Ключи, которые открывают корпоративные файлы, могут быть потеряны, повреждены или украдены для выкупа, что лишает вас доступа к ценной информации.

Криптографические методы защиты информации: продвинутые технологии в эпоху цифровой безопасности.

В нашей эпохе цифрового прогресса обеспечение безопасности цифровой информации становится наиважнейшим аспектом нашей повседневной жизни. В данной статье мы более детально рассмотрим важность и высокую эффективность криптографических методов, суть которых заключается в обеспечении конфиденциальности, целостности и аутентификации данных.

Основы Криптографии

Криптография - это не только наука о секретной информации, но и мощный инструмент в обеспечении безопасности. Она использует математические алгоритмы для шифрования данных и гарантированного сохранения их целостности. Целями криптографии являются не только конфиденциальность и целостность, но и аутентификация, обеспечивая подлинность источников данных.

Симметричные и Асимметричные Алгоритмы

Симметричные алгоритмы эффективны, используя один ключ для шифрования и дешифрования. На переднем плане этой технологии стоит Advanced Encryption Standard (AES), который находит широкое применение в защите конфиденциальной информации.

Асимметричные алгоритмы вводят дополнительный уровень безопасности, используя пару ключей. Здесь выделяется алгоритм RSA, успешно используемый в цифровых подписях и обеспечении безопасности передачи ключей.

Хэширование - ключевой элемент в обеспечении целостности данных. Алгоритм SHA-256, с его фиксированной длиной хэш-значения, становится беспрецедентно надежным. Отметим, что хэширование служит не только гарантом целостности, но и средством быстрого обнаружения даже незначительных изменений в данных.

Криптографические методы находят применение в широком спектре сфер: от обеспечения безопасности онлайн-транзакций до защиты конфиденциальных данных на мобильных устройствах до обеспечения безопасности облачных хранилищ. Важную роль они играют в сфере обеспечения безопасности коммуникаций и защиты государственных секретов.

С появлением квантовых вычислений стоят новые вызовы для существующих криптографических методов. Разработка квантово-стойких шифров поднимает важный вопрос обеспечения безопасности в будущем

Основы Криптографии: Примеры с AES и SHA-256

Шифрование с использованием AES:

AES (Advanced Encryption Standard) является одним из наиболее распространенных симметричных алгоритмов шифрования. Его эффективность в защите конфиденциальной информации делает его предпочтительным выбором во многих областях. Ниже приведен практический пример шифрования и дешифрования с использованием AES на языке программирования Python:

Шифрование с использованием AES:

Python

```
from Crypto.Cipher import AES
from Crypto.Random import get_random_bytes
import base64

def encrypt_AES(plain_text, key):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_GCM)
    cipher_text, tag =
    cipher.encrypt_and_digest(plain_text.encode('utf-8'))
    return cipher_text, cipher.nonce, tag

def decrypt_AES(cipher_text, key, nonce, tag):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_GCM, nonce=nonce)
    decrypted_text = cipher.decrypt_and_verify(cipher_text, tag)
    return decrypted_text.decode('utf-8')

def main():
    key = get_random_bytes(16) # 128-bit key for AES
    original_text = "This is a secret message."
    encrypted_text, nonce, tag = encrypt_AES(original_text, key)
    decrypted_text = decrypt_AES(encrypted_text, key, nonce, tag)
    print(f"Original Text: {original_text}")
    print(f"Original Text: {original_text}")
```

```

print(f"Encrypted Text:
{base64.b64encode(encrypted_text).decode('utf-8')}")
print(f"Decrypted Text: {decrypted_text}")
if name == "main":
    main()

```

В этом примере используется алгоритм AES для шифрования и дешифрования текстового сообщения. Функции `encrypt_AES` и `decrypt_AES` выполняют соответствующие операции, а `get_random_bytes` используется для создания случайного ключа.

Хэширование с использованием SHA-256:

```

Python
import hashlib
def compute_SHA256_hash(data):
    sha256 = hashlib.sha256()
    sha256.update(data.encode('utf-8'))
    return sha256.hexdigest()
def main():
    original_data = "This is the data to be hashed."
    hash_value = compute_SHA256_hash(original_data)
    print(f"Original Data: {original_data}")
    print(f"SHA-256 Hash: {hash_value}")
if name=="main":
    main()

```

В этом примере мы используем алгоритм SHA-256 для создания хэш-значения строки. Функция `compute_SHA256_hash` принимает данные, обновляет хэш-объект и возвращает хэш в виде строки.

Применение в Реальной Жизни: Кейсы

Безопасные Транзакции в Онлайн-Банкинге:

Python

Пример использования шифрования AES для безопасности онлайн-транзакций

Описание: В реальном мире криптография AES может быть применена для защиты финансовых транзакций, обеспечивая конфиденциальность данных.

Защита Корпоративных Данных:

Python

Пример использования асимметричного шифрования RSA для защиты корпоративных данных

Описание: Асимметричные алгоритмы, такие как RSA, могут использоваться для создания безопасных каналов связи между корпоративными серверами и устройствами.

Цифровые Подписи в Электронной Почте:

Python

Пример использования RSA для создания цифровых подписей в электронных письмах

Описание: RSA может быть применен для обеспечения аутентификации отправителя и целостности сообщений в электронной почте.

Хэширование — это важный аспект в обеспечении целостности данных. Алгоритм SHA-256, являющийся частью семейства Secure Hash Algorithm, предоставляет надежное хэширование данных. Пример применения SHA-256 вместе с описанием на Python:

```

import hashlib
def compute_SHA256_hash(data):
    sha256 = hashlib.sha256()
    sha256.update(data.encode('utf-8')) return sha256.hexdigest()
def main():# Пример использования SHA-256
    original_data = "This is the data to be hashed."
    hash_value = compute_SHA256_hash(original_data)

```

```
print(f"Original Data: {original_data}")
print(f"SHA-256 Hash: {hash_value}")
if name == "main":
    main()
```

Хэширование широко используется для проверки целостности данных, например, при загрузке файлов в онлайн-сервисы. Даже незначительные изменения в данных вызывают значительные изменения в хэш-значении.

Применение в Реальной Жизни: Кейсы и Сценарии
Безопасные Транзакции в Онлайн-Банкинге:

Python

```
# Пример использования шифрования AES в онлайн-банкинге
from Crypto.Cipher import AES
from Crypto.Random import get_random_bytes
import base64
def encrypt_AES(plain_text, key):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_GCM)
cipher_text, tag = cipher.encrypt_and_digest(plain_text.encode('utf-8'))
    return
```

В сценарии онлайн-банкинга, криптография играет ключевую роль в обеспечении безопасности финансовых транзакций. Применение алгоритма AES для шифрования конфиденциальных данных перед их передачей по сети гарантирует, что только авторизованный получатель сможет расшифровать эти данные.

Криптографические алгоритмы, основанные на использовании открытого распространения ключей, позволили создать полную систему защиты информации в крупных компьютерных сетях и информационных базах данных. Причиной была особенность криптосистем с открытым ключом (построенных на основе асимметричных алгоритмов шифрования), использующих гораздо меньшее количество ключей для того же числа пользователей, что требуется криптосистеме с открытым ключом. В данной статье мы рассмотрели понятие криптографии, криптологии и криптоанализа, представили классическую схему криптографической защиты информации, также была приведена классификация методов криптографической защиты информации. Далее мы рассмотрели требования к таким системам, а потом показали программные средства криптографических систем, также были кратко рассмотрены преимущества криптографии и угрозы её применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архиваторы. [Электронный ресурс]. URL: <http://shkolo.ru/arhivatoryi/> (дата обращения: 10.03.2020).
2. Кодирование информации. [Электронный ресурс]. URL: https://spravochnick.ru/informatika/kodirovanie_informacii/ (дата обращения: 10.03.2020).
3. Криптографические средства защиты информации. [Электронный ресурс]. URL: <http://infosecmd.narod.ru/gl5.html> (дата обращения: 09.03.2020).
4. КриптоПро. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cryptopro.ru/products/csp> (дата обращения: 01.03.2020).
5. Понятие криптоанализа. [Электронный ресурс]. URL: <https://urok.1sept.ru/статьи/636966/> (дата обращения: 09.03.2020).
6. Понятие криптографии. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/16655/1300/lecture/25505?page=2>.
7. Стеганографические методы защиты информации. [Электронный ресурс]. URL: <http://tmel.ru/steganograficheskie-metody-zashhity-informacii/>.
8. Шифрование информации. [Электронный ресурс]. URL: <https://poznayka.org/s5790t1.html> (дата обращения: 10.03.2020).
9. Ferguson, N., Schneier, B., & Kohno, T. (2010). "Cryptography Engineering: Design Principles and Practical Applications." John Wiley & Sons.
10. Paar, C., & Pelzl, J. (2010). "Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners." Springer.
11. Schneier, B. (2015). "Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C." John Wiley & Sons.
12. Stallings, W. (2017). "Cryptography and Network Security: Principles and Practice." Pearson.

УСУЛҲОИ КРИПТОГРАФИИ ҲИФЗИ МАЪЛУМОТ

Дар мақола усулҳои криптографии ҳифзи иттилоот, таснифоти ин усулҳо ва инчунин талабот ба системаҳои криптографӣ баррасӣ карда мешаванд. Воситаҳои барномавӣ, ки ин усули ҳифзи иттилоотро истифода мебаранд, пешниҳод гардида, ҳадафи онҳо нишон дода шудааст. Дар натиҷа, мақола бартарихҳои системаҳои криптографӣ ва таҳдидҳои истифодаи онҳоро баррасӣ мекунад. Давраи рақамӣ барои ҷомеа дар таъмини амнияти иттилооти рақамӣ мушкилоти мураккабро ба миён меорад. Криптография ҳамчун илми маълумоти махфӣ усулҳои муассири таъмини махфият, яқпорчагӣ ва аслияти маълумотро пешниҳод мекунад. Дар ин мақола мо истифодаи усулҳои криптографиро дида мебароем, бахусус тamarкуз ба рамзгузори бо истифода аз AES ва ҳашинг бо SHA-256, пешниҳоди мисолҳои амалӣ дар забони барномасозии Python. Биёед истифодаи онҳоро дар сценарияҳои ҳаёти воқеӣ таҳлил кунем, ба монанди амалиёти бехатар дар бонкдорӣ онлайн, ҳифзи маълумоти корпоративӣ ва истифодаи имзоҳои рақамӣ дар почтаи электронӣ.

Калидвожаҳо: криптография, ҳимоя, таҳдид, маълумот, усул, технология, бехатарӣ.

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассматриваются криптографические методы защиты информации, приведена классификация этих методов, также рассматриваются требования к криптографическим системам. Приведены программные средства, которые используют данный метод защиты информации, показано их назначение. В заключении статьи рассмотрены преимущества криптографических систем и угрозы их применения. Цифровая эпоха ставит перед обществом сложные задачи по обеспечению безопасности цифровой информации. Криптография, как наука о секретной информации, предоставляет эффективные методы для обеспечения конфиденциальности, целостности и аутентификации данных. В данной статье мы рассмотрели применение криптографических методов, особенно на шифрование с использованием AES и хеширование с SHA-256, предоставляя практические примеры на языке программирования Python. Проанализировали их применение в реальных сценариях, таких как безопасные транзакции в онлайн-банкинге, защита корпоративных данных и использование цифровых подписей в электронной почте.

Ключевые слова: криптография, защита, угроза, данные, метод, технология, безопасность.

CRYPTOGRAPHIC METHODS OF INFORMATION PROTECTION

The article discusses cryptographic methods for protecting information, provides a classification of these methods, and also discusses the requirements for cryptographic systems. Software tools that use this method of information protection are presented and their purpose is shown. In conclusion, the article discusses the advantages of cryptographic systems and the threats to their use. The digital era poses complex challenges to society in ensuring the security of digital information. Cryptography, as the science of secret information, provides effective methods for ensuring confidentiality, integrity and authentication of data. In this article, we'll look at the application of cryptographic techniques, especially focusing on encryption using AES and hashing with SHA-256, providing practical examples in the Python programming language. Let's analyze their use in real-life scenarios, such as secure transactions in online banking, protecting corporate data and using digital signatures in email.

Keywords: cryptography, protection, threat, data, method, technology, security.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Олимов Насимҷон Аминҷонович* - Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С.Осимӣ дар шаҳри Хучанд, ассистенти кафедраи иктисоди рақамӣ. **Суроға:** 735700, шаҳри Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Исмоили Сомонӣ, 226. Телефон: **934-16-12-98**

Сведения об авторе: *Олимов Насимжон Аминджонович* - Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, ассистент кафедры цифровой экономики. **Адрес:** 735700, город Худжанд, Республика Таджикистан, проспект Исмаила Сомони, 226. Телефон: **934-16-12-98**

Information about the author: *Olimov Nasimjon Aminjonovich* - Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Assistant Professor, Department of Digital Economics. **Address:** 735700, Khujand city, Republic of Tajikistan, Ismail Somoni Avenue, 226. Phone: **934-16-12-98**

ИЗУЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ*Махмудова Ф.М.*Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика
М.С. Осими в городе Худжанде

Исследование постоянных электрических цепей считается важным вопросом для специалистов автомобильного сервиса и необходимым в процессе освоения электрических схем системы зажигания автомобиля. Большинство студентов сталкиваются с трудностями при практических испытаниях и диагностике автомобилей, т. е. не понимают должным образом физический смысл величин, описывающих электрическую цепь. С учетом таких проблем в 2022 году в учебный план специальности 1370107 - Автосервис введен новый предмет «Основы электротехники и электроники», который непосредственно закладывает основы освоения простых и сложных электрических схем. Например, студентов 4 курса этой специальности учат общей схеме системы зажигания, большинство из них понятия не имеет об электрических схемах, а нам приходится учить их простым электрическим схемам.

Электрическая цепь - это совокупность аксессуаров и предметов, которые соединены между собой и обеспечивают проход для тока. Простейшую электрическую цепь можно представить как совокупность параллельно или последовательно соединенных элементов, а также внешних и внутренних сопротивлений, образующих элементы электрической цепи. Все аксессуары, подключаемые к внешней части электрической цепи, будь то устройства управления (разъединители, соединители различных типов, контакты и т.п.), защиты (разрядники сверхтока, реле и т.п.), регуляторы (реостаты, токовые и стабилизаторы напряжения, трансформаторы и др.), контроллеры (амперметры, вольтметры, ваттметры и др.) включаются во внешнее сопротивление, так как их токоведущая часть - провода, и они тоже обладают сопротивлением. Все дополнительные аксессуары подключаются к цепи с помощью проводов, которые также имеют сопротивление и входят в сопротивление внешней части цепи. Внутреннее сопротивление цепи включает сопротивление источников тока [3].

Нахождение физических величин: тока, напряжения, сопротивления в цепи и ее частях позволяет составить энергетические величины для всей цепи и отдельных ее частей, составить уравнения зависимости между энергетическими величинами и компонентами электрической цепи и использовать их для определения энергетических характеристик цепи. Существует следующая связь между действием электрического тока и величинами, описывающими электрическую цепь [3].

$$A = \frac{U^2}{R} t, (1)$$

По выражению (1) получаем связь между величинами, описывающими электрическую цепь, и мощностью, и используем ее для расчета цепи. Если параметры тока, напряжения и сопротивления заданы в условии задачи, воспользуемся следующей формулой [8]:

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}, (2)$$

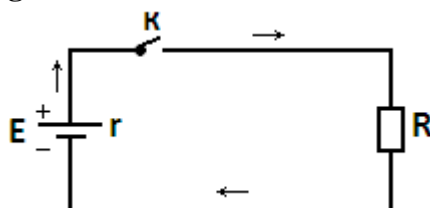
Итак, в зависимости от заданных величин в условиях задачи, мы можем вывести формулы, описывающие процесс, и использовать их для расчета.

Для того чтобы студентам было просто и легко разобраться в электрических схемах из электротехники, мы решаем такие задачи. Здесь выбираем задачу, выводим уравнение работы и баланса мощностей, проверяем законность баланса в электрической цепи и делаем выводы.

Задача 1. Составьте уравнение работы или баланса мощности для цепи от источника КЭХ - $\varepsilon=1,1$ В и его внутреннего сопротивления, равного 1 Ом, которое связано с внешним

сопротивлением цепи, величина которого равна 9. Ом, и проверьте правильность уравнения с помощью расчета (см. рисунок 1) [2].

Рис. 1. Замкнутая электрическая схема
Fig. 1. Closed electrical circuit



Дано: $\varepsilon = 1,1 \text{ В}$, $r = 1 \text{ Ом}$, $R = 9 \text{ Ом}$. $I = ?$ $U_r = ?$ $U_R = ?$ $P_M = ?$ $P_G = ?$

Решение: Для решения этой задачи воспользуемся законом Ома для тупиковой цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}, \quad (3)$$

где ε – ЭДС источник, В;

R – внешнее сопротивление, Ом;

r – внутреннее сопротивление, Ом.

Подставим значения физических величин, данные в условии задачи, в формулу (3) и получим:

$$I = \frac{1,1 \text{ В}}{9 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 0,11 \text{ А}$$

Таким образом, мы установили, что величина тока, вытекающего из цепи, равна 0,11 А. Для определения падения напряжения на резисторах умножим ток, проходящий по цепи, на сопротивления деталей:

$$U_r = Ir = 0,11 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} = 0,11 \text{ В};$$

$$U_R = IR = 0,11 \text{ А} \cdot 9 \text{ Ом} = 0,99 \text{ В}.$$

Определив падение напряжения на резисторах, приступаем к нахождению мощностей:

$$P_r = IU_r = 0,11 \text{ А} \cdot 0,11 \text{ В} = 0,0121 \text{ Вт};$$

$$P_M = I\varepsilon = 0,11 \text{ А} \cdot 1,1 \text{ В} = 0,121 \text{ Вт};$$

$$P_R = IU_R = 0,11 \text{ А} \cdot 0,99 \text{ В} = 0,1089 \text{ Вт}.$$

Итак, раз уж мы определили мощности, приступаем к составлению уравнения баланса. Баланс наступает тогда, когда мощность генерирующего источника равна полной мощности цепи [6].

$$P_M = P_r + P_R$$

Сложив полученные значения по частям цепочки, выводим уравнение баланса:

$$0,121 = 0,0121 + 0,1089 = 0,121$$

Таким образом, мы проверили уравнение баланса и убедились, что величины, описывающие цепочку с точки зрения энергии, на самом деле представляют собой равенство производимой и потребляемой мощностей в цепочке.

Теперь проверим единицы физических величин и определим их размерности:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \frac{[ML^2T^{-2}I^{-1}]}{[ML^2T^{-2}I^{-2}]} = \frac{1}{[I^{-1}]} = \text{А}.$$

$$U = I \cdot R = \text{А} \cdot \text{Ом} = \text{В} = \frac{\text{В}}{\text{Кл}} = \frac{\frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}^2} \cdot \text{М}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}^2}{\text{А} \cdot \text{с}^3} = [ML^2I^{-1}T^{-3}]$$

$$P = I \cdot U = \text{А} \cdot \text{В} = [ML^2I^{-2}T^{-3}]$$

Из полученных результатов видно, что существуют также уравнение теплового баланса и уравнение баланса мощности. Единицей силы тока является ампер (А), основная единица системы СИ, независимая от других основных единиц и принятая структурно. Производные

единицы вольт и ватт состоят из основных единиц, а несколько основных единиц вместе образуют производную единицу.

Производная единица - вольт состоит из следующих основных единиц: одна единица массы - кг, две единицы длины - м, две единицы времени - секунды и одна единица тока - А. Единица мощности состоит из одной единицы массы кг, двух единиц длины м и трёх единиц времени секунд.

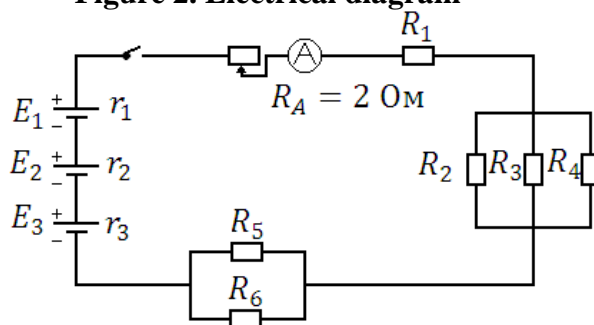
Чтобы правильно понять внешнее и внутреннее сопротивление и ток, текущий по электрической цепи, рассмотрим еще один вопрос [5].

Задача 2. Если в электрической цепи три источника СОЭ включены последовательно и сопротивления R_2, R_3, R_4 и R_5, R_6 параллельно, а также сопротивления амперметра $R_A = 2$ Ом и R_1 соединены последовательно, то какой ток протекает по контуру, рис. 2.

Дано: $R_A = 2$ Ом, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 30$ Ом, $R_4 = 40$ Ом, $R_5 = R_6 = 50$ Ом, $E_1 = 2$ В, $E_2 = 4$ В, $E_3 = 6$ В, $r_1 = 0,4$ Ом, $r_2 = 0,6$ Ом, $r_3 = 0,8$ Ом. $I = ?$

Рисунок 2. Электрическая схема

Figure 2. Electrical diagram



На рисунке три источника тока соединены последовательно, и в соответствии с соединением источников суммарная ЭДС цепи определяется следующим выражением [3].

$$\varepsilon_{1,2,3} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3, (1)$$

В этом случае результирующее внутреннее сопротивление равно сумме сопротивлений отдельных источников:

$$r_{1,2,3} = r_1 + r_2 + r_3 (2)$$

Ток, текущий по цепи, определяется по закону Ома по следующей формуле:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R + r_1 + r_2 + r_3} (3)$$

Глядя на формулу, мы понимаем правильность приведенного выше утверждения. Если n источников соединены последовательно, то общее сопротивление равно сумме n сопротивлений, а полное внутреннее сопротивление равно сумме n сопротивлений источников. Здесь мы проливаем свет на КЕС и внутреннее сопротивление. Но в формуле (3) R внешнее сопротивление цепи осталось невидимым. Для его определения обратимся к предложенной схеме, упростим ее и определим ее эквивалентное сопротивление по следующему выражению [11].

$$R = R_A + R_1 + R_{2,3,4} + R_{5,6}. (4)$$

В формуле (4) $R_{2,3,4}$ и $R_{5,6}$ эквивалентные сопротивления второго, третьего, четвертого сопротивлений и пятого, шестого сопротивлений, которые определяются с помощью следующих формул.

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3} (5)$$

$$R_{5,6} = \frac{R_5 R_6}{R_6 + R_5} = \frac{R_5}{2}, (6)$$

Подставляя числовые значения физических величин в формулы (5) и (6), определяем эквивалентные сопротивления для трех разных резисторов, включенных параллельно, и двух одинаковых резисторов, включенных параллельно:

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3} = 9,2 \text{ Ом},$$

$$R_{5,6} = \frac{R_5^2}{2R_5} = \frac{R_5}{2} = 25 \text{ Ом}.$$

Из полученного результата можно сделать вывод, что при параллельном соединении нескольких различных сопротивлений эквивалентное сопротивление меньше наименьшего соединенного сопротивления. Если n одинаковых резисторов соединить параллельно, то эквивалентное сопротивление в n раз меньше сопротивления одного из них [12].

Подставив полученные результаты в формулу (4), получим:

$$R = 2 + 10 + 9,2 + 25 = 46,2 \text{ Ом}.$$

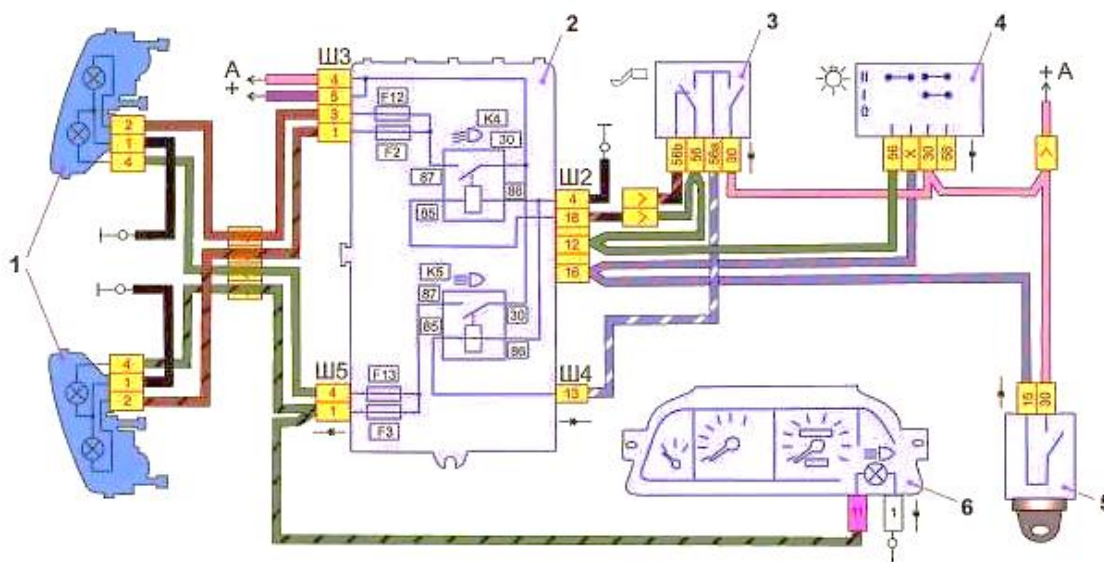
Таким образом, мы определили все неизвестные величины в формуле (3). Подставив числовые значения физических величин в формулу (3), получим:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R + r_1 + r_2 + r_3} = 0,2498 \text{ А}.$$

Таким образом, стало ясно, что из этой цепи течет ток силой 0,2498 А. В процессе решения задачи стало ясно, что знание использования инструментов и приспособлений, соединенных в цепочку, основной формулы, описывающей законы физических явлений, и выполнение математических преобразований в высокой степени играют решающую роль в процессе решения проблемы.

После того как учащиеся поймут концепции и вопросы, связанные с электрическими цепями, будут объяснены планы построения системы зажигания автомобиля. В этом случае студенты непосредственно понимают суть темы и даже могут оценить и проанализировать недостатки плана, когда в автомобиле выходят из строя фары или датчики. Общий вид электрической схемы освещения автомобиля следующий.

Рисунок 3. Электрическая схема системы освещения автомобиля
Figure 3. Electrical diagram of the vehicle lighting system



1 – фонари двустороннего света, 2 – разъем жгута проводов, 3 – разъем фары, 4 – разъем наружного освещения автомобиля, 5 – ключ системы зажигания, 6 – дистанционный выключатель освещения автомобиля.

Вкратце объясняются характеристики электрической цепи и ее физические величины, и в результате сравнения можно получить баланс этих величин, а также получить уравнение

баланса работы, и в данном случае, одно и то же время отводится как на выработку электрической энергии, так и на потребление энергии.

Учитывая требования и законы подключения аксессуаров и электроприборов, мы можем составить полную электрическую схему. Для того, чтобы составить схему, необходимо знать условные выражения инструментов и приспособлений, иначе сделать это становится невозможно, как и объяснялась электрическую схему автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов В.М. Электромеханические стартер-генераторные системы автомобильных транспортных средств: (Теория, проектирование, исследование): дис. / В.М. Анисимов. - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2004.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи: Учебник для электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов / Л.А. Бессонов. – 7-е изд., перераб. и доп. -М.: Высш. школа, 2008. -528 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле: Учебник для студентов вузов / Л.А. Бессонов. – 7-е изд., перераб. и доп. -М.: Высш. школа, 2008. -231 с.
4. Гулямов К.Х. Исследование обратимого преобразователя постоянного напряжения в составе силового электрооборудования электромобиля в среде MATLAB/SIMULINK. Редакционная коллегия. – 2017. -С.65. [Электронный ресурс]. URL: www.issledo.ru
5. Использование масштабных моделей для изучения физических параметров транспортных средств на дистанционном управлении / А.А. Петросян [и др.] // Политранспортные системы. – 2020. -С.592-597.
6. Мирзоев, Д.Н. Программный метод моделирования электрических цепей / Д.Н. Мирзоев // Студент: наука, профессия, жизнь: Материалы IX всероссийской студенческой научной конференции с международным участием. В 4-х частях, Омск, 25–29 апреля 2022 года. Том Часть 4. -Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2022. -С.166-171. – EDN PRRNDO.
7. Нейман Л.Р. Теоретические основы электротехники. В 2 – х т.: Учебник для вузов. Том 1. –т / Л.Р. Нейман, К.С. Демирчян. - 3-е изд., перераб. и доп. -СПб.: Энергоиздат, 2007. -536 с.
8. Основы теории цепей: Учебник для вузов / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкина, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – 5-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 2007. -528 с.
9. Перетятыко Н.С. Повышение эффективности гибридных транспортных средств с использованием преобразовательных устройств / Н.С. Перетятыко, М.В. Сержантова // Завалишинские чтения'22. – 2022. - С.190-193.
10. Пузаков А.В. Анализ автомобильных цепей постоянного тока: методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03. 03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05. 01 Наземные транспортно-технологические средства / А.В. Пузаков, А.М. Федотов. – 2018.
11. Рахимов, С.Ш. Тарзи ҳалли масъалаҳо аз электромагнетизм / С.Ш. Рахимов, Ф. Цалилов, Д.Н. Мирзоев // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. – 2020. -Vol. 53. -№2. –С.129-134. – EDN XBQDAX.
12. Рахимов, А.А. Истифодаи барномаҳои Mathcad ва Multisim дар раванди омӯзиши модели математикӣ функсияҳои мураккаб ва занҷирҳои электрикӣ аз ҷанбаи математика барои муҳандисон / А.А. Раҳимов, Д.Н. Мирзоев, Н.О. Бобочонова // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – 2021. -№5. -Р.282-290. – EDN MQDCLA.
13. Родионов Р.В. Исследование тягово-энергетических характеристик приводов городского электрического транспорта / Р.В. Родионов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. -№3-3. -С.157-162.
14. Теоретические основы электротехники / Е.С. Гутько [и др.]. – 2019.
15. Эффективность бесконтактных генераторов постоянного тока для транспортных средств / В.В. Лохнин [и др.] // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2013. -Т.1. -№2(16). - С.122-125.

ОМУЪЗИШИ ЗАНЧИРҲОИ ЧАРАЁНИ ДОИМӢ ДАР ВОСИТАҲОИ НАКЛИЁТ

Мақолаи мазкур ба таҳлили принципҳои қор ва фаъолияти занҷирҳои барқии чараёни доимӣ, ки дар воситаҳои нақлиёти муосир истифода мешаванд, бахшида шудааст. Дар мақолаи мазкур характеристикаҳои занҷири электрикӣ нишон дода, муодилаи баланси тавоноиро ҳосил карда, қонуни мувозинати энергияро дар занҷир асоснок карда шудааст, инчунин дар раванди омӯзиши занҷирҳои мураккаб дар байни ихтисосҳои муҳандис механики шарҳу тавсифи худро ёфтааст. Барои омӯзиши занҷирҳои мураккаби маҷмуаи сохтҳои автомобилӣ аз занҷирҳои содаи электротехникӣ оғоз намуда ба мураккаб анҷом дода шудааст. Дар мақолаи унсурҳои асосии ҷунин занҷирҳо, аз ҷумла манбаҳои барқ, ноқилҳо, васлақҳо, релеҳо ва механизмҳои иҷроияи баррасӣ карда мешаванд. Қор усулҳои таҳлил ва ҳисобкунии схемаҳои чараёни доими муфассал шарҳ медиҳад ва мушкилот ва ҳатогиҳои маъмулиро, ки

дар ин системаҳо ба вучуд меоянд, баррасӣ мекунад. Дар мақола ҷанбаҳои гуногун, аз ҷумла усулҳои таҳлил ва ҳисоб кардани схемаҳо, омӯзиши қонунҳои Ом, Кирхгоф ва истифодаи занҷирҳои электрикӣ барои фаҳмидани таъсири мутақобилаи элементҳо баррасӣ мешаванд. Ҷанбаҳои амалии таҳлили мушкилоти маъмулии системаҳои ҷараёнҳои тағйирёбанда, усулҳои ташхис ва ҳалли мушкилот, принципҳои қори системаҳои худкор оғоз ва пуркунии батарея шарҳ дода шудаанд. Мақола ба донишҷӯёне, ки электротехника ва муҳандисии автомобилиро меомӯзанд, инчунин мутахассисоне, ки ба нигоҳдорӣ ва таъмири воситаҳои нақлиёт машғуланд, равона карда шудааст. Мақола барои донишҷӯёне, ки электротехника ва муҳандисии автомобилиро меомӯзанд, инчунин, барои таҷрибаомӯзоне, ки дар соҳаи нигоҳдорӣ ва таъмири воситаҳои нақлиёт кор мекунанд, пешбинӣ шудааст. Он фаҳмиши ҳамаҷонибаи хусусиятҳои ҷараёни системаҳои барқӣ дар мошинҳо ва аҳамияти қори дурусти онҳоро барои таъмини беҳатарӣ ва самаранокии воситаи нақлиёт таъмин менамояд.

Калидвожаҳо: занҷири электрикӣ ҷараёни доимӣ, муқовимат, ҷараён, шиддат, қор, тавоноӣ, занҷири мураккаб, занҷири сода, маҷмуаи равшаноии автомобил, маҷмуаи афрӯзиши автомобил.

ИЗУЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Данная статья посвящена анализу принципов работы и функционирования электрических цепей постоянного тока, используемых в современных транспортных средствах. В данной статье приведены характеристики электрической цепи, выведено уравнение баланса сил, обоснован закон энергетического равновесия в цепи, а также найдено свое объяснение процесса изучения сложных цепей по специальности инженера-механика. Изучение сложных цепей комплекта автомобильных конструкций начинается с простых электрических цепей и заканчивается сложными. В статье рассматриваются основные элементы таких цепей, включая источники питания, проводку, розетки, реле и исполнительные механизмы. В работе подробно описаны методы анализа и расчета цепей постоянного тока и рассмотрены типичные проблемы и ошибки, возникающие в этих системах. В статье рассматриваются различные аспекты, в том числе методы анализа и расчета схем, изучение законов Ома и Кирхгофа, использование электрических схем для понимания взаимодействия элементов. Описаны практические аспекты анализа типичных проблем систем переменного тока, методы диагностики и устранения неполадок, принципы работы систем автоматического пуска и подзарядки аккумуляторов. Статья предназначена для студентов, изучающих электротехнику и автомобильную инженерию, а также для профессионалов, занимающихся техническим обслуживанием и ремонтом транспортных средств. Статья предназначена для студентов, изучающих электротехнику и автомобилестроение, а также для практиков, работающих в сфере технического обслуживания и ремонта транспортных средств. Она обеспечивает всестороннее понимание характеристик работы электрических систем в транспортных средствах и важность их правильной работы для обеспечения безопасности и эффективности транспортного средства.

Ключевые слова: электрическая цепь постоянного тока, сопротивление, ток, напряжение, работа, мощность, сложная схема, простая схема, комплект автомобильного освещения, комплект зажигания автомобиля

STUDY OF DIRECT ELECTRIC CURRENT CIRCUITS IN VEHICLES

This article is devoted to the analysis of the principles of operation and functioning of DC electrical circuits used in modern vehicles. This article presents the characteristics of an electric circuit, the equation of the balance of forces is derived, the law of energy equilibrium in the circuit is justified, and its explanation is found in the process of studying complex circuits among the specialties of a mechanical engineer. To study complex circuits, a set of automotive structures began with simple electrical circuits and ended with complex ones. The article discusses the main elements of such circuits, including power supplies, wiring, sockets, relays and actuators. The paper describes in detail the methods of analysis and calculation of DC circuits and discusses typical problems and errors that occur in these systems. The article discusses various aspects, including methods of circuit analysis and calculation, the study of Ohm's and Kirchhoff's laws, and the use of electrical circuits to understand the interaction of elements. Practical aspects of the analysis of typical problems of AC systems, methods of diagnosis and troubleshooting, principles of operation of automatic start-up and battery recharging systems are described. The article is intended for students studying electrical engineering and automotive engineering, as well as for professionals involved in vehicle maintenance and repair. The article is intended for students studying electrical engineering and automotive engineering, as well as for practitioners working in the field of vehicle maintenance and repair. It provides a comprehensive understanding of the performance characteristics of electrical systems in vehicles and the importance of their proper operation to ensure the safety and efficiency of the vehicle.

Keywords: DC electrical circuit, resistance, current, voltage, operation, capacitance, complex circuit, simple circuit, car lighting kit, car ignition kit

Маълумот дар бораи муаллиф: *Маҳмудова Фароғат Мирзонасриевна* – Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи автомобилҳо ва идоракунии дар нақлиёт. **Суроға:** 735700, ш.Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Исмоили Сомонӣ, 226. Телефон: (+992) 927-56-43-40. E-mail: mfm-61@mail.ru

Сведения об авторе: *Махмудова Фарогат Мирзонасриевна* – Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и управления на транспорте. **Адрес:** 735700, г.Худжанд, Республика Таджикистан, улица Исмоили Сомони, 226. Телефон: (+992) 927-56-43-40. E-mail: **mfm-61@mail.ru**

Information about the author: *Mahmudova Farogat Mirzanasrievna* – Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management. **Address:** 735700, Khujand, Republic of Tajikistan, Ismoil Somoni Street, 226. Phone: (+992) 927-56-43-40. E-mail: **mfm-61@mail.ru**

УДК: 551.1(575.3)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ТАДЖИКИСТАНЕ ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИИ

Булбулов Ф.Дж.

Университет Сент-Мерис, США

Таджикистан, расположенный в сейсмоактивной зоне Центральной Азии, ежегодно испытывает серьезные вызовы, связанные с землетрясениями. Повышенный интерес к разработке технологий, способных предсказывать и анализировать сейсмические события, обусловлен стремлением минимизировать ущерб и предотвратить человеческие жертвы. В этой связи ИИ представляет собой мощный инструмент, способный революционизировать сейсмологию.

Таджикистан является одним из наиболее подверженных землетрясениям регионов мира. В связи с этим страна ежегодно сталкивается с серьезными вызовами, связанными с предотвращением и минимизацией последствий сейсмических событий. Землетрясения, помимо разрушительных материальных потерь, могут привести к гибели людей, разрушению жилищ и инфраструктуры, а также вызвать социально-экономические последствия, затрагивающие различные сферы жизни общества. С учетом этой серьезной угрозы для жизни и благосостояния населения Таджикистана, существует повышенный интерес к разработке и применению технологий, способных предсказывать и анализировать сейсмические события. Важно иметь возможность не только предсказывать вероятность возникновения землетрясений, но и адекватно реагировать на них, а также предпринимать меры по уменьшению рисков и последствий.

В последние десятилетия с развитием информационных технологий и расширением объема доступных данных по сейсмической активности появились новые возможности для анализа больших данных в сейсмологии. В этой связи искусственный интеллект (ИИ) представляет собой мощный инструмент, способный революционизировать область сейсмологии. Использование методов машинного обучения, глубокого обучения и других современных технологий анализа данных может значительно улучшить возможности прогнозирования землетрясений и реагирования на них. Развитие и применение таких инновационных подходов имеет потенциал сократить временные и финансовые затраты на предупреждение и смягчение последствий сейсмических бедствий, а также способствовать сохранению человеческих жизней и имущества.

Искусственный интеллект, включая технологии машинного обучения и глубокого обучения, может проанализировать множество параметров, включая изменения в сейсмической активности, геологические характеристики региона и климатические условия, для более точного и оперативного предсказания землетрясений.

В этом контексте, данная статья имеет целью не только обсудить существующие исследования и практические примеры использования искусственного интеллекта в сейсмологии, но и выявить потенциальные направления развития и улучшения эффективности систем предсказания землетрясений. Развитие таких систем имеет потенциал способствовать сокращению рисков и ущерба от сейсмических бедствий, а также повысить безопасность и благополучие населения Таджикистана и других сейсмоактивных регионов мира.

Продолжение данного обзора позволит взглянуть на последние достижения и перспективы применения искусственного интеллекта в сейсмологии, а также стимулировать дальнейшие исследования и разработки в этой области. Это важный шаг в направлении обеспечения более эффективной системы предупреждения и реагирования на сейсмические угрозы, что является ключевым элементом стратегии обеспечения безопасности и устойчивости общества перед природными бедствиями.

В данной статье будет представлен обзор современных исследований и практических приложений использования искусственного интеллекта для анализа сейсмической активности в горных регионах, в частности в Таджикистане. Будут рассмотрены существующие методы и модели, применяемые для предсказания землетрясений, а также обсуждены потенциальные преимущества и ограничения использования ИИ в этой области. Данный обзор направлен на выявление перспективных направлений исследований и разработок, а также формирование основ для дальнейшего развития сейсмологии с применением современных информационных технологий.

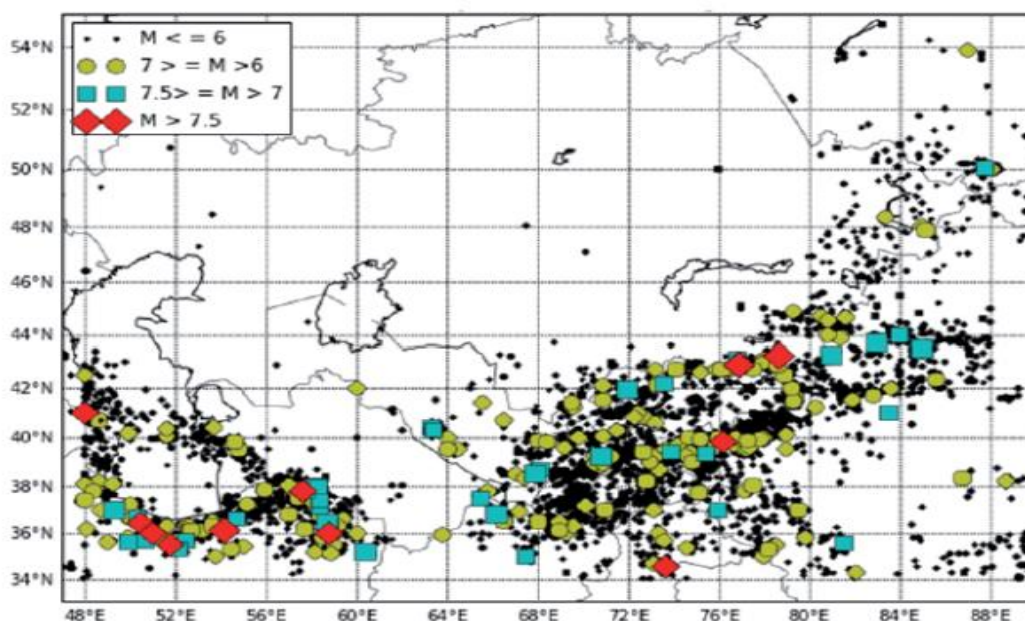
Согласно Агентству по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды Республики Таджикистан, республика является одним из наиболее сейсмоопасных регионов мира из-за своего расположения в зоне активного взаимодействия литосферных плит [2].

Таджикистан является одним из наиболее сейсмоопасных регионов мира из-за своего географического положения в сейсмически активной зоне столкновения Индийской и Евразийской литосферных плит. Геологическая обстановка в регионе характеризуется наличием нескольких активных сейсмических разломов, включая Памиро-Алайский сейсмический разлом, Карагаринский разлом и др. Эти разломы являются источниками значительной сейсмической активности, которая периодически приводит к землетрясениям различной магнитуды [35].

Регион характеризуется внутриконтинентальной коллизией, которая приводит к образованию обратных разломов и внутри горных бассейнов. Одной из основных разломных систем, аккомодирующих деформацию в регионе, является Памирский надвиг, расположенный вдоль зоны конвергенции Памир-Тянь-Шань. Распределение землетрясений в декластеризованном каталоге для Таджикистана и прилегающих регионов с магнитудой выше 4.0 и глубиной до 50 км за период с 500 по 2009 год показано на следующем графике [35]:

Рис 1. Каталог декластеризованных землетрясений с 500 по 2009 года с магнитудой выше 4.0 и максимальной глубиной 50 км [35]

Fig. 1. Catalog of declustered earthquakes from 500 to 2009 with a magnitude greater than 4.0 and a maximum depth of 50 km



Движение тектонических плит является фундаментальным фактором сейсмической активности. Индийская плита движется на север со скоростью около 5 см в год, в то время как Евразийская плита движется на юг, сталкиваясь с Индийской плитой. Это столкновение

приводит к образованию горных хребтов, разломов в земной коре и зон субдукции. Эти процессы создают огромные напряжения, которые могут привести к сейсмическим событиям, таким как землетрясения и извержения вулканов [12; 26]. На территории Таджикистана есть две основные зоны субдукции, где одна плита погружается под другую, создавая напряжение и потенциальные источники землетрясений:

- **Памирская зона субдукции:**

- Индийская плита погружается под Евразийскую на глубину до 300 км, являясь источником самых сильных землетрясений в Таджикистане.

- **Тянь-Шаньская зона субдукции:**

- Индийская плита погружается под Евразийскую на глубину до 200 км. Эта зона менее активна, но все же может генерировать землетрясения магнитудой 6 и выше [26; 30].

Помимо зон субдукции, в Таджикистане присутствует множество разломов - зон смещения земной коры. Эти разломы также являются источниками землетрясений, хотя обычно менее интенсивных, чем землетрясения в зонах субдукции [35]. За последние 100 лет в Таджикистане произошло несколько крупных землетрясений, магнитудой 6 и выше. Вот некоторые из наиболее разрушительных:

- В 1907 году произошло разрушительное землетрясение магнитудой 7,4 в Каратагском районе, унесшее жизни более 12000 человек и вызвавшее масштабные разрушения [35; 36].

- Сарезское землетрясение 1911 в Рушанском районе. Его предполагаемая магнитуда составляла 7,4 по шкале магнитуд поверхностных волн. Оно вызвало мощный оползень, перегородивший реку Мургаб и образовавший Усойскую плотину, самую высокую плотину в мире, создав Сарезское озеро. Землетрясение и связанные с ним оползни разрушили множество зданий и убили около 100 человек [9].

- Землетрясение в Хаитском районе в 1949 году. Землетрясение вызвало значительные разрушения и оползни. Опубликованные оценки числа жертв варьируются от 5 000 до 28 000, что делает его одним из самых смертоносных в истории Таджикистана [20].

- 21 января 1989 года землетрясение магнитудой 6,8 в Гармской области (ныне Носировский район) привело к гибели более 1000 человек и значительным разрушениям в городе Гарм [35].

В среднем в Республике Таджикистан происходит около 1000 землетрясений в год, из которых примерно 10-15 ощущаются людьми, а 1-2 имеют магнитуду 5 и выше [4]. Помимо человеческих жертв и разрушений инфраструктуры, землетрясения в Таджикистане часто приводят к вторичным катастрофам, таким как оползни, лавины, нарушение водоснабжения и перебои в электроснабжении [4; 26]. Эти вторичные катастрофы могут усугубить последствия землетрясения и затруднить усилия по оказанию помощи.

Высокая сейсмическая активность Таджикистана обусловлена его геологическим положением. История региона полна разрушительных землетрясений, унесших жизни тысяч людей и причинивших значительный материальный ущерб. Понимание геологических процессов и изучение прошлых землетрясений имеет решающее значение для подготовки к будущим сейсмическим событиям и смягчения их последствий.

Анализ сейсмических данных играет важную роль в понимании геологических процессов, прогнозировании землетрясений и оценке сейсмической опасности. В последние годы методы машинного и глубокого обучения (МО/ГО) стали играть все более важную роль в сейсмологии, предлагая новые возможности для анализа и интерпретации сейсмических данных [14].

Методы машинного обучения (МО) – это набор алгоритмов, которые позволяют компьютерам учиться на данных без явного программирования. В сейсмологии МО используются для решения различных задач, таких как:

- **Классификация:** Автоматическое определение типа сейсмических событий (например, землетрясение, взрыв, оползень) [27].

- **Кластеризация:** Группировка сейсмических событий по сходным характеристикам [23].

- **Аномалии:** Обнаружение необычных сейсмических событий, которые могут быть предвестниками землетрясения [25].

- **Прогнозирование:** Прогнозирование местоположения, времени и магнитуды будущих землетрясений [27].

Методы глубокого обучения (ГО) – это подмножество МО, основанное на искусственных нейронных сетях. Нейронные сети – это математические модели, вдохновленные структурой человеческого мозга. Они могут обучаться на больших объемах данных и выявлять сложные закономерности, которые могут быть не очевидны для человека. В сейсмологии ГО используются для решения задач, аналогичных МО, но с более высокой точностью и эффективностью [24].

Примеры методов МО/ГО, используемых в сейсмологии:

- **Нейронные сети:** Сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN) хорошо подходят для анализа сейсмических сигналов, которые представляют собой временные ряды данных.

- **Случайные леса:** Случайные леса – это ансамблевый метод, который объединяет множество деревьев решений для повышения точности и устойчивости к ошибкам.

- **Методы опорных векторов (SVM):** SVM – это метод классификации, который хорошо подходит для задач разделения данных на две категории [13].

Применение методов машинного и глубокого обучения в сейсмологии значительно расширяет возможности анализа и предсказания сейсмических событий. Среди эффективных технологий в этой области выделяются сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN). Эти типы нейронных сетей идеально подходят для работы с сейсмическими данными, которые часто представляют собой временные ряды. CNN эффективны в анализе пространственных отношений в данных, в то время как RNN специализируются на анализе последовательностей данных, что делает их незаменимыми для обработки сейсмограмм [34].

Также в сейсмологии активно используются случайные леса, ансамблевый метод, который объединяет результаты множества деревьев решений для повышения точности и уменьшения риска ошибок. Этот подход позволяет повысить устойчивость модели к изменениям в данных и улучшить общую точность предсказаний [13].

Методы опорных векторов (SVM) также находят своё применение в задачах сейсмологии, особенно там, где требуется чёткое разделение данных на две категории, например, в классификации типов сейсмических событий. Эти методы особенно ценятся за их способность эффективно работать с большими объемами данных и высокой разделяющей способностью [29].

Использование машинного и глубокого обучения в сейсмологии открывает перед исследователями ряд значительных преимуществ. Прежде всего, это способность обрабатывать и анализировать огромные объемы сейсмических данных, что ранее было бы невозможно выполнить вручную. Эти технологии также способны выявлять сложные закономерности в данных, которые могут оставаться незамеченными при традиционных подходах. Автоматизация процессов, таких как классификация сейсмических событий или обнаружение аномалий, существенно экономит время и ресурсы, повышая при этом точность и эффективность выполнения задач.

Таким образом преимущества использования МО/ГО в сейсмологии:

- **Способность обрабатывать большие объемы данных:** МО/ГО могут обрабатывать большие объемы сейсмических данных, которые было бы трудно или невозможно проанализировать вручную,

- **Выявление сложных закономерностей:** МО/ГО могут выявлять сложные закономерности в сейсмических данных, которые могут быть не очевидны для человека,

- **Автоматизация задач:** МО/ГО могут автоматизировать задачи, которые обычно выполняются вручную, что может сэкономить время и ресурсы,

- **Повышение точности и эффективности:** МО/ГО могут повысить точность и эффективность решения различных задач в сейсмологии [13].

Применение методов машинного обучения (МО) и глубокого обучения (ГО) в сейсмологии требует наличия больших объемов высококачественных сейсмических данных. Эти данные используются для обучения моделей, которые затем могут выполнять различные задачи, такие как классификация сейсмических событий, обнаружение аномалий и прогнозирование землетрясений.

Ниже приведены некоторые из наиболее важных типов данных, необходимых для МО/ГО в сейсмологии:

- **Сейсмограммы:** Сейсмограммы представляют собой записи сейсмических волн, полученные на сейсмических станциях. Они содержат информацию об амплитуде, частоте и времени прибытия сейсмических волн. Формат данных обычно сейсмограммы хранятся в стандартизированных форматах, таких как MiniSEED или SAC.

- **Метаданные событий:** Метаданные событий включают информацию о каждом сейсмическом событии, такую как время, местоположение, глубину и магнитуду. Метаданные событий обычно предоставляются национальными или международными сейсмологическими центрами.

- **Данные сейсмической сети:** Данные сейсмической сети описывают расположение и характеристики сейсмических станций в сети. Эта информация важна для интерпретации сейсмограмм.

- **Дополнительные данные:** в некоторых случаях для МО/ГО могут потребоваться дополнительные данные, такие как геологические карты, данные GPS и данные спутниковой съемки. Эти данные могут помочь улучшить понимание сейсмической активности и структуры земной коры [13; 34; 29].

В последние годы технологии ИИ, в частности МО и ГО, привлекают пристальное внимание исследователей в области сейсмологии. Способность ИИ обрабатывать огромные объемы разнородных сейсмических данных, выявлять сложные закономерности и делать более точные прогнозы, по сравнению с традиционными методами, открывает принципиально новые возможности.

Исследователи из Университета Уппсалы применили свёрточные нейронные сети для классификации локальных сейсмических событий в Швеции. Они разделили сейсмические данные на частотные диапазоны и временные окна, вычислили амплитудные характеристики и использовали их в качестве входных данных для нейронных сетей. Модели продемонстрировали высокую точность около 98% для автоматических событий и 99% для событий, проанализированных вручную, в задаче различения землетрясений и взрывов. В районах вблизи крупных рудников, где присутствуют все четыре типа событий, точность составила около 90% и 96%, соответственно [18]. А ученые из Университета Техаса в Остине разработали алгоритм ИИ, который успешно предсказал 70% землетрясений за неделю до их происхождения в радиусе 200 миль во время 7-месячных испытаний в Китае. ИИ был обучен обнаруживать статистические аномалии в данных сейсмического мониторинга в реальном времени [33]. В другом исследовании ученые протестировали систему прогнозирования землетрясений в режиме реального времени в сейсмоопасных регионах юго-западного Китая. Система достигла точности тестирования 70%, а показатели точности, полноты и F1 составили 63,63%, 93,33% и 75,66%, соответственно. Средняя абсолютная ошибка расстояния и прогнозируемой магнитуды по сравнению с каталожным решением составили 381 км и 0,49, соответственно [33].

Кроме того, исследователи из Университета Шарджи разработали модель ИИ для прогнозирования землетрясений на Аравийском полуострове. Гибридная модель Inception v3-XGBoost в сочетании с объяснимым ИИ (XAI) достигла точности 87,9% в пространственной оценке вероятности землетрясений, анализируя сейсмические данные USGS, спутниковые снимки и цифровые модели рельефа [22].

В другом исследовании ученые применили методы машинного обучения к данным лабораторных экспериментов по сдвигу с целью выявления скрытых сигналов, предшествующих разрушению (землетрясениям) [32]. Они анализировали акустический сигнал, излучаемый лабораторным разломом во время циклов stick-slip. Неожиданно машинное обучение выявило непрерывный низкоамплитудный "тремор-подобный" сигнал из зоны разлома, ранее считавшийся шумом. Этот новый сигнал, возникающий из-за непрерывных движений зерен в зоне разлома по мере смещения блоков, позволил с высокой точностью ($r^2 = 0,89$) прогнозировать время до разрушения на протяжении всего цикла, а не только непосредственно перед разрушением. Прогнозы основывались исключительно на мгновенных статистических характеристиках акустического сигнала, таких как дисперсия, куртозис и пороговые значения выбросов, без использования его истории. Эти характеристики несли информацию о мгновенном состоянии трения и напряжений в разломе [32].

Другие исследовательские результаты также очень многообещающие. Авторы применили свои методы в Оклахоме, США, и успешно обнаружили 209 событий. Gonzalez и др. (2022) предвидели землетрясения с магнитудой более 1,5 и на глубине менее 60 км в Италии, используя рекуррентную нейронную сеть (RNN) на основе ячеек Gated Recurrent Unit (GRU). Целью использования RNN было прогнозирование максимальной магнитуды землетрясений в течение одного дня. Хотя для практического применения в целях предотвращения последствий землетрясений требуется дополнительная работа, результаты авторов указывают на перспективность использования RNN для этой задачи [21].

Эти примеры демонстрируют многообещающие результаты применения ИИ в сейсмологии для классификации событий, обнаружения аномалий и прогнозирования времени, места и силы землетрясений. Однако авторы отмечают необходимость дальнейшего тестирования и совершенствования методов для их глобального применения.

Разработка ИИ-систем для анализа сейсмических данных и прогнозирования землетрясений активно ведется во многих странах мира. Например, в США Геологическая служба США (USGS) активно внедряет технологии ИИ для анализа сейсмических данных и прогнозирования землетрясений. В 2021 году USGS представила новую систему под названием "EQTransformer", которая использует глубокое обучение для обнаружения и классификации сейсмических событий. Эта система способна анализировать большие объемы сейсмических данных в режиме реального времени и выявлять даже слабые сигналы, которые могут указывать на приближающееся землетрясение. EQTransformer уже успешно применяется в нескольких регионах США, включая Калифорнию и Тихоокеанский Северо-Запад [27]. Наряду с этим в США используют также системы QuakeAlertUSA и ShakeAlertLA [17].

Также следует упомянуть систему DeepShake. DeepShake - это новая система раннего оповещения о землетрясениях, использующая глубокие рекуррентные нейронные сети для прогнозирования интенсивности сотрясений на основе текущих данных о колебаниях грунта. Эта система обучена на большом наборе данных о 35 679 землетрясениях в 2019 году. Нейронная сеть DeepShake самостоятельно выучивает пространственно-временные закономерности распространения сейсмических волн и их амплитуды, не требуя предварительных сведений о расположении станций. При тестировании на 3568 землетрясениях система смогла предупредить об интенсивности сотрясений IV+ баллов по шкале Меркалли за 5 секунд до их наступления с равной долей ошибок в 11,4%. Во время землетрясения магнитудой 7,1 баллов, DeepShake успешно оповестила все станции в сети за 5 секунд до прихода сильных сотрясений. Такой прямой прогноз интенсивности колебаний с помощью глубокого обучения потенциально более быстрый и точный по сравнению с традиционными системами, требующими предварительного определения эпицентра и магнитуды. Таким образом, DeepShake демонстрирует перспективность применения методов глубокого обучения для раннего оповещения о землетрясениях на основе анализа сейсмических данных в режиме реального времени [16].

Системы раннего предупреждения о землетрясениях на основе искусственного интеллекта (AI-EEW) активно разрабатываются и во многих других странах мира. Эти системы способны обнаруживать первичные сейсмические волны и предупреждать о приближающемся землетрясении за несколько секунд или минут до прихода разрушительных волн. В Израиле, например, была создана система TRUAA, которая использует алгоритм EPIC и плотную сеть сейсмических станций с быстрой телеметрией. Эта система продемонстрировала высокую точность в определении магнитуды, местоположения и времени землетрясений в режиме реального времени [31]. Также и в таких странах, как Япония, Китай и Италия, есть аналогичные системы.

В России также ведутся разработки ИИ-систем для сейсмологии. Ученые МГУ разработали систему прогнозирования землетрясений на основе ансамблевого обучения, которая использует несколько различных алгоритмов машинного обучения для достижения более точных результатов [6].

Эти примеры демонстрируют, что ИИ имеет большой потенциал для повышения эффективности анализа сейсмических данных и прогнозирования землетрясений. По мере развития технологий ИИ можно ожидать дальнейшего прогресса в этой области, что позволит спасти жизни людей и снизить ущерб от землетрясений.

Применение ИИ и МО в сейсмологии также сопряжено с рядом существенных проблем и ограничений, которые необходимо учитывать для обеспечения эффективности и надежности этих технологий.

Одним из основных препятствий на пути внедрения ИИ в сейсмологию является необходимость в больших объемах высококачественных данных для обучения и валидации моделей машинного обучения. Сейсмические данные часто бывают сложными, шумными и разрозненными, что затрудняет извлечение значимых закономерностей и построение надежных моделей. Для преодоления этого ограничения исследователи изучают методы дополнения данных, очистки данных и переноса обучения, позволяющие использовать существующие источники данных и повысить производительность моделей [11].

Серьезной проблемой при использовании ИИ для прогнозирования землетрясений является риск ложных срабатываний или ложных тревог. Хотя модели ИИ могут идентифицировать закономерности и прогнозировать потенциальные землетрясения, они также могут генерировать ложные сигналы, которые могут вызвать ненужную панику и нарушить работу служб экстренного реагирования. Для решения этой проблемы разрабатываются методы количественной оценки неопределенности в прогнозах моделей и установления пороговых значений для выдачи предупреждений [11].

Применение ИИ в сейсмологии вызывает этические опасения в отношении конфиденциальности данных, прозрачности и потенциальной предвзятости. Сейсмические данные часто содержат конфиденциальную информацию о людях и сообществах, поэтому крайне важно установить надежные меры защиты данных и обеспечить этические методы сбора данных. Кроме того, модели ИИ могут быть подвержены предвзятости, присущей обучающим данным, что приводит к дискриминационным или неточным прогнозам. Исследователи и практикующие должны тщательно учитывать эти этические последствия и разрабатывать стратегии для смягчения предвзятости и обеспечения справедливости в системах сейсмологии на основе ИИ [15; 10].

Для эффективного внедрения ИИ в сейсмологию необходима соответствующая инфраструктура для сбора, хранения и обработки данных. Это включает в себя создание сети высококачественных сейсмических станций, разработку надежных систем управления данными и инвестиции в вычислительные ресурсы для обучения и запуска сложных моделей ИИ. Кроме того, необходимо развивать экспертные знания в области ИИ и сейсмологии среди исследователей и практиков, чтобы обеспечить правильное применение этих технологий и их интеграцию в существующие сейсмологические практики [11].

Широкое распространение ИИ в сейсмологии требует четких нормативно-правовых рамок, регулирующих разработку, развертывание и использование этих технологий. Эти

рамки должны охватывать такие вопросы, как конфиденциальность данных, валидация моделей и ответственность в случае ложных тревог или неточных прогнозов. Также крайне важно завоевать общественное доверие к системам сейсмологии на основе ИИ. Это требует эффективной коммуникации о преимуществах и ограничениях ИИ, прозрачных объяснений решений моделей и активного взаимодействия с заинтересованными сторонами для решения проблем и укрепления доверия [11].

Учитывая глобальный характер сейсмической опасности, международное сотрудничество и обмен знаниями имеют решающее значение для развития сейсмологии на основе ИИ. Это включает обмен данными, обмен результатами исследований и разработку общих стандартов для моделей и применений ИИ. Международное сотрудничество может ускорить прогресс в этой области и обеспечить широкое распространение преимуществ ИИ в различных регионах и сообществах. Организации, такие как EPOS, ORFEUS, EMSC и EFENR, координируют интеграцию и обмен сейсмологическими данными, продуктами и услугами на европейском уровне [11; 19].

Несмотря на значительный потенциал применения ИИ и машинного обучения в сейсмологии, существуют серьезные проблемы и ограничения, которые необходимо преодолеть. Ключевыми задачами являются обеспечение качества и достаточного объема данных, снижение риска ложных срабатываний, решение этических проблем, создание соответствующей инфраструктуры, разработка нормативно-правовых рамок и укрепление общественного доверия. Международное сотрудничество, обмен данными и знаниями играют решающую роль в развитии сейсмологии на основе ИИ для эффективного смягчения глобальной сейсмической опасности.

Высокая сейсмическая активность Таджикистана обуславливает необходимость постоянного изучения землетрясений и разработки методов их прогнозирования. Основные исследования в области сейсмологии сосредоточены в Институте геологии, сейсмологии и инженерной сейсмологии Академии наук Республики Таджикистана (ИГСИиИС АН РТ) [2]. ИГСИиИС АН РТ является ведущей организацией, проводящей сейсмологические исследования в стране. Институт активно занимается исследованиями в области неотектоники, сеймотектоники и разработкой методов детального сеймотектонического районирования горных областей. На основе этих исследований были составлены карты неотектоники, сеймотектоники и сейсмогенных зон Таджикистана, используемые при проектировании и строительстве крупных объектов, таких как гидроэлектростанции.

ИГСИиИС АН РТ располагает сетью сейсмических станций, расположенных в различных регионах страны, для мониторинга сейсмической активности. Институт проводит сейсмологические исследования в тесном сотрудничестве с учеными и научными учреждениями из других стран, таких как Россия, Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Германия, Польша, Монголия, Австрия, США и Канада. ИГСИиИС АН РТ располагает сетью сейсмических станций и проводит активные исследования в области неотектоники, сеймотектоники и сейсмического районирования. Результаты этих исследований имеют практическое применение при строительстве важных объектов инфраструктуры [2].

Другой организацией, занимающейся мониторингом сейсмической активности, является Научное учреждение "Геофизическая служба" АН РТ. Ее основной целью является проведение непрерывных сейсмологических, геодинимических, геодезических и других видов наблюдений, а также сбор и оперативное обеспечение заинтересованных организаций сейсмологической информацией о землетрясениях на территории Таджикистана и сопредельных государств. Геофизическая служба обеспечивает развитие работ по созданию локальных систем наблюдений в сейсмоактивных зонах, связанных со строительством ГЭС и крупных промышленных объектов, проведению непрерывного мониторинга, составлению каталогов землетрясений, сбору и хранению геофизических данных, а также оповещению директивных органов о сейсмических событиях. При поддержке Швейцарского управления по развитию и сотрудничеству была проведена реабилитация сети сейсмического мониторинга в Таджикистане. Установлена сеть цифровых широкополосных сейсмических

станций со спутниковой связью, которая является опорной для создания локальных сетей в районах строительства ГЭС и проведения сейсмологического мониторинга. На данный момент сейсмическая система регистрирует от 500 до 700 событий в месяц с энергетическим классом $K \geq 3$. Геофизическая служба сотрудничает с международными организациями, такими как IRIS, Nanometrics и институтами соседних стран для обработки и анализа цифровых данных [3].

Благодаря усилиям государства и поддержке международных партнеров, сейсмический мониторинг в Таджикистане достиг значительного прогресса. Установленная сеть цифровых широкополосных сейсмических станций со спутниковой связью обеспечивает непрерывный сбор высококачественных данных о сейсмической активности в регионе [3]. Эта современная инфраструктура позволяет регистрировать и анализировать большое количество сейсмических событий различной интенсивности. Таким образом, текущее состояние сейсмологической инфраструктуры в Таджикистане, включая цифровую сеть станций, сбор больших объемов данных и международное сотрудничество, создает благоприятные условия для интеграции передовых ИИ и МО инструментов в целях повышения эффективности прогнозирования и анализа сейсмической активности.

Принятая Стратегия развития ИИ в Республике Таджикистан на период до 2040 года открывает новые возможности для интеграции ИИ и МО в сейсмологические исследования. Эта стратегия, утвержденная 30 сентября 2022 года, представляет собой всесторонний план по развитию технологий ИИ в стране и делает Таджикистан первой страной в Центральной Азии, принявшей такой долгосрочный план [5]. Стратегия направлена на стимулирование экономического роста путем использования технологий ИИ и МО. Она подчеркивает важность раннего инвестирования в ИИ для создания устойчивого источника экономического развития и привлечения иностранных инвестиций. В рамках этой инициативы были созданы институты, ориентированные на ИИ, такие как Академия ИИ от zurl.ai, которая уже подготовила более 150 инженеров ИИ [7].

С учетом текущего состояния сейсмологической инфраструктуры в Таджикистане, включающей цифровую сеть станций и международное сотрудничество, интеграция передовых ИИ и МО инструментов имеет большой потенциал для повышения эффективности прогнозирования и анализа сейсмической активности.

Основными направлениями применения ИИ в сейсмологии могут стать:

1. **Анализ больших данных:** ИИ может обрабатывать и анализировать большие объемы сейсмических данных, поступающих с цифровых сейсмических станций, что позволит более точно прогнозировать возможные землетрясения.
2. **Моделирование сейсмических рисков:** МО может использоваться для создания моделей, прогнозирующих потенциальные зоны риска и их воздействие на инфраструктуру.
3. **Улучшение систем раннего предупреждения:** ИИ может помочь в разработке систем раннего предупреждения о землетрясениях, анализируя предсейсмические сигналы и быстро передавая информацию соответствующим службам.
4. **Оптимизация мониторинга:** Использование ИИ для оптимизации размещения и работы сейсмических станций может улучшить точность и оперативность сбора данных.

Однако на пути к успешному внедрению этих технологий в Таджикистане стоит ряд вызовов, которые необходимо преодолеть для полного раскрытия потенциала ИИ и МО в сейсмологии. Широкомасштабное внедрение ИИ и МО в сейсмологическую практику Таджикистана сталкивается с рядом вызовов:

1. **Нехватка качественных данных.** Для обучения высокоточных моделей МО требуются большие объемы разнородных и хорошо размеченных сейсмических данных, которых часто не хватает. Это связано с ограниченным количеством сейсмических станций и недостаточным финансированием программ мониторинга.
2. **Ограниченные вычислительные мощности.** Обучение и использование сложных ИИ-моделей требует значительных вычислительных ресурсов, которые могут быть

недоступны в Таджикистане из-за ограниченного финансирования и устаревшей инфраструктуры.

3. **Нехватка экспертизы.** В стране наблюдается дефицит специалистов в области ИИ, МО и анализа больших данных, что затрудняет разработку и внедрение соответствующих систем. Это связано с недостаточным финансированием программ подготовки кадров и "утечкой мозгов" [8].

4. **Проблемы интерпретируемости.** Многие современные модели МО являются "черными ящиками", что затрудняет интерпретацию их решений и снижает доверие со стороны экспертов-сейсмологов. Это может замедлить внедрение ИИ-систем в критически важные приложения.

5. **Необходимость валидации.** Перед внедрением в критически важные системы ИИ-модели должны пройти тщательную валидацию и верификацию для обеспечения надежности и безопасности. Это требует значительных усилий и ресурсов.

Для преодоления этих вызовов необходимы комплексные усилия, включающие развитие инфраструктуры сбора и хранения сейсмических данных, наращивание вычислительных мощностей, подготовку квалифицированных кадров, международное сотрудничество и обмен опытом, а также тесную интеграцию ИИ-методов с традиционными подходами в сейсмологии. Только при выполнении этих условий Таджикистан сможет в полной мере реализовать потенциал ИИ и МО в сейсмологических исследованиях и прогнозировании землетрясений.

Для преодоления этих вызовов необходимы комплексные усилия, включающие развитие инфраструктуры сбора и хранения сейсмических данных, наращивание вычислительных мощностей, подготовку квалифицированных кадров, международное сотрудничество и обмен опытом, а также тесную интеграцию ИИ-методов с традиционными подходами в сейсмологии. Только при выполнении этих условий Таджикистан сможет в полной мере реализовать потенциал ИИ и МО для повышения эффективности прогнозирования и реагирования на сейсмические угрозы.

Применение методов машинного и глубокого обучения открывает новые возможности для анализа сейсмических данных, прогнозирования землетрясений и оценки сейсмической опасности в горных регионах Таджикистана. Эти передовые технологии позволяют обрабатывать огромные объемы сложных данных, выявлять скрытые закономерности и автоматизировать задачи, которые ранее выполнялись вручную.

Среди наиболее эффективных методов машинного обучения выделяются сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN), идеально подходящие для анализа временных рядов сейсмических данных. Также широко применяются случайные леса и методы опорных векторов (SVM), которые повышают точность и устойчивость к ошибкам. Использование этих технологий предоставляет следующие преимущества: способность обрабатывать большие объемы данных, которые было бы трудно или невозможно проанализировать вручную; выявление сложных закономерностей в сейсмических данных, неочевидных для человека; автоматизация задач классификации событий, обнаружения аномалий и прогнозирования, экономя время и ресурсы; повышение точности и эффективности решения различных задач в сейсмологии.

Для успешного применения методов машинного и глубокого обучения в Таджикистане необходимы большие объемы высококачественных сейсмических данных, включая сейсмограммы, метаданные событий, данные о геологических структурах и другие соответствующие источники информации. Однако внедрение этих технологий в сейсмологический мониторинг Таджикистана сопряжено с рядом проблем и ограничений. Одной из основных проблем является нехватка качественных данных для обучения моделей, что может привести к снижению точности прогнозов. Также существует риск ложных срабатываний при прогнозировании землетрясений, требующий разработки методов количественной оценки неопределенности.

Для эффективного применения методов машинного и глубокого обучения в оценке сейсмической опасности в Таджикистане необходима соответствующая инфраструктура для сбора, хранения и обработки данных. Это включает создание сети высококачественных сейсмических станций, центров обработки данных и вычислительных мощностей. Также крайне важно тесное междисциплинарное сотрудничество между сейсмологами, специалистами по данным и разработчиками ИИ.

При условии преодоления существующих ограничений, методы машинного и глубокого обучения могут значительно повысить точность прогнозирования землетрясений и оценки сейсмических рисков в горных регионах Таджикистана. Это, в свою очередь, позволит более эффективно планировать меры по снижению ущерба от сейсмических событий и спасению жизней населения. Таким образом, применение передовых технологий ИИ открывает новые перспективы для повышения безопасности и устойчивого развития в сейсмоопасных регионах страны.

Вместе с тем, применение ИИ в сейсмологии сопряжено с рядом существенных проблем и ограничений, которые необходимо учитывать. Одним из основных препятствий является необходимость в больших объемах высококачественных данных для обучения и валидации моделей машинного обучения. Сейсмические данные часто бывают сложными, шумными и разрозненными, что затрудняет извлечение значимых закономерностей. Серьезной проблемой является риск ложных срабатываний или ложных тревог при прогнозировании землетрясений, что может вызвать ненужную панику. Применение ИИ в сейсмологии также вызывает этические опасения в отношении конфиденциальности данных, прозрачности и потенциальной предвзятости моделей. Исследователи и практикующие должны тщательно учитывать эти проблемы и разрабатывать стратегии для их смягчения, такие как методы дополнения и очистки данных, количественная оценка неопределенности, обеспечение конфиденциальности данных и устранение предвзятости.

В целом, несмотря на существующие ограничения, применение методов машинного и глубокого обучения открывает многообещающие перспективы для повышения эффективности сейсмологического мониторинга, прогнозирования землетрясений и снижения рисков в Таджикистане и других сейсмоопасных регионах мира. По мере развития технологий ИИ и накопления качественных данных можно ожидать дальнейшего прогресса в этой области, что позволит спасать жизни людей и минимизировать ущерб от стихийных бедствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Академия наук Республики Таджикистан, Научное учреждение "Геофизическая служба". <https://anrt.tj/ru/instituty-issledovaniya/otdelenie-fiziko-matematicheskikh-himicheskikh/nauchnoe-uchrezhdenie-geofizicheskaya-sluzhba>
2. Институт геологии, сейсмологии и инженерной сейсмологии Академии наук Республики Таджикистана. Доступно на: <https://www.anrt.tj/en/research-institutes/division-of-physical-mathematical-chemical-geological-and-technical-sciences/institute-of-geology-seismological-construction-and-seismology>
3. Институт гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды Республики Таджикистан. Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды Республики Таджикистан. <https://meteo.tj/ru>
4. Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне Республики Таджикистан. "Статистика чрезвычайных ситуаций." Доступно на: <https://kchs.tj/>
5. Стратегия развития искусственного интеллекта в Республике Таджикистан на период до 2040 года (Приложение 1 к Постановлению Правительства Республики Таджикистан от 30 сентября 2022 года, №483). Доступно на: http://www.portali-huquqi.tj/publicadliya/view_qonunhovview.php?showdetail=&asosi_id=26592
6. Суханова, Н.В. Разработка нейросетевой модели для прогнозирования вероятности землетрясений / Н.В. Суханова // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. - 2023. - Т. 2023, № 2. Доступно на: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/65850/view>
7. Таджикистан будет продавать интеллект. Искусственный интеллект может стать одним из главных экспортных продуктов страны. Asia-Plus. (2021, август 6). <https://asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/economic/20210806/tadzhikistan-budet-prodavati-intellekt-iskusstvennii>
8. 80 млрд \$ –ущерб Таджикистана от утечки мозгов. И он будет расти. Asia-Plus. (2023, июнь 8). <https://www.asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/society/20230608/80-mlrd-utsherb-tadzhikistana-ot-utechki-mozgov-i-on-budet-rasti>

9. Ambraseys, N., & Bilham, R. (2012). The Sarez-Pamir earthquake and landslide of 18 February 1911. *Seismological Research Letters*, 83(2), 294. Доступно на: <https://doi.org/10.1785/gssrl.83.2.294>
10. Banafa, A. (2023). Artificial Intelligence and Natural Disasters. BBVA Openmind. <https://www.bbvaopenmind.com/en/technology/artificial-intelligence/artificial-intelligence-and-natural-disasters/>
11. Banna, M. H. A. et al. (2020). Application of Artificial Intelligence in Predicting Earthquakes: State-of-the-Art and Future Challenges. *IEEE Access*, 8, 193279-193304. Доступно на: <https://core.ac.uk/download/pdf/337607599.pdf>
12. Bolt, B.A. (1991). Earthquakes and seismicity. https://archive.org/details/earthquakes0000bolt_m0e9/page/n435/mode/2up
13. Bustos, K., Maazallahi, A., Salari, M.A., Snir, E., Norouzzadeh, P., & Rahmani, B. (2024). Classifying and Forecasting Seismic Event Characteristics Using Artificial Intelligence. *Research Square*. <https://www.researchsquare.com/article/rs-4249733/v1>
14. Cheng, G., Li, L., Yang, Z., & Qiang, X. (2022). Research on Seismic Signal Noise Reduction Algorithm based on Deep Learning. B 2022 7th International Conference on Intelligent Computing and Signal Processing (ICSP), стр. 70-73. DOI: 10.1109/ICSP54964.2022.9778355. Доступно на: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9778355/>
15. Clarke, R. (2022). Responsible application of artificial intelligence to surveillance: What prospects?. *Information Polity*, 27(2), 175-191. Доступно на: <https://doi.org/10.3233/IP-211532>
16. Datta et al. (2022). DeepShake: Shaking Intensity Prediction Using Deep Spatiotemporal RNNs for Earthquake Early Warning. *Seismological Research Letters*, 93(3), 1636-1649 <https://doi.org/10.1785/0220210141>
17. Early Warning Labs, LLC. (2018, August 28). Earthquake early warning app QuakeAlert to be tested by millions of Californians. <https://earlywarninglabsllc.newswire.com/news/earthquake-early-warning-app-quakealert-to-be-tested-by-3514949>
18. Eggertsson, G., Lund, B., Roth, M., & Schmidt, P. (2024). Earthquake or blast? Classification of local-distance seismic events in Sweden using fully connected neural networks. Доступно на: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1841040/FULLTEXT01.pdf>
19. European Plate Observing System (EPOS). (n.d.). Seismology. <https://www.epos-eu.org/tcs/seismology/about>
20. Evans, S.G., Roberts, N.J., Ischuck, A., Delaney, K.B., Morozova, G.S., & Tutubalina, O. (2009). "Landslides triggered by the 1949 Khatikha earthquake, Tajikistan, and associated loss of life." *Engineering Geology*, 109(3-4), 195-212. Доступно на: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013795209002014?via%3Dihub>
21. Gonzalez, J., Yu, W., & Telesca, L. (2021). Gated Recurrent Units Based Recurrent Neural Network for Forecasting the Characteristics of the Next Earthquake. *Pure and Applied Geophysics*, 178(1), 209-222. Доступно на: <https://doi.org/10.1080/01969722.2021.1981637>
22. Jena, R., Shanableh, A., Al-Ruzouq, R., Pradhan, B., Gibril, M.B.A., Khalil, M.A., Ghorbanzadeh, O., Ganapathy, G.P., & Ghamisi, P. (2023). Explainable Artificial Intelligence (XAI) Model for Earthquake Spatial Probability Assessment in Arabian Peninsula. *Remote Sensing*, 15(9), 2248. Доступно на: <https://doi.org/10.3390/rs15092248>
23. Karmenova, A., Tlebalidina, A., Krak, T., Denissova, L., Popova, N., Zhantassova, Z., & Ponkina, E. (2020). An Approach for Clustering of Seismic Events using Unsupervised Machine Learning. *Acta Polytechnica Hungarica*, 17(8), 123-141. https://acta.uni-obuda.hu/Karmenova_Tlebalidina_Krak_Denissova_Popova_Zhantassova_Ponkina_Gyorok_123.pdf
24. Kortström, J., Uski, M., & Tiira, T. (2016). Automatic classification of seismic events within a background monitoring workflow for the European Arctic. *Computers & Geosciences*, 87, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.11.006>
25. Li, W., Narvekar, N., Nakshatra, N., Raut, N., Sirkeci, B., & Gao, J. (2018). Seismic Data Classification Using Machine Learning. B 2018 IEEE Fourth International Conference on Big Data Computing Service and Applications (BigDataService), стр. 1-8. DOI: 10.1109/BigDataService.2018.00017. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8405692>
26. Molnar, P., & Tapponnier, P. (1975). Cenozoic tectonics of Asia: Effects of a continental collision. *Science*, 189(4201), 419-426. Доступно на: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.189.4201.419>
27. Mousavi, S.M., Ellsworth, W.L., Zhu, W., Chuang, L.Y., & Beroza, G.C. (2020). Earthquake transformer-an attentive deep-learning model for simultaneous earthquake detection and phase picking. *Nature Communications*, 11, Article 3952. Доступно на: <https://www.nature.com/articles/s41467-020-17591-w>
28. Mousavi, S., Mostafa, & Beroza, Gregory. (2022). Machine Learning in Earthquake Seismology. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. Доступно на: <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-071822-100323>
29. Muhammad, D., Ahmad, I., Khalil, M.I., Khalil, W., & Ahmad, M.O. (2023). A Generalized Deep Learning Approach to Seismic Activity Prediction. *Applied Sciences*, 13(3), 1598. <https://doi.org/10.3390/app13031598>
30. Musson, R.M.W. (2012). The Seismic Hazard of the Pamir-Hindu Kush Region. *GeoForschungsZentrum Potsdam, Scientific Technical Report STR12/14*, 112 p.
31. Nof, R., Lior, I., & Kurzon, I. (2021). Earthquake Early Warning System in Israel—Towards an Operational Stage. Доступно на: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2021.684421/full>
32. Rouet-Leduc, B., Hulbert, C., Lubbers, N., Barros, K., Humphreys, C.J., & Johnson, P.A. (2017). Machine learning predicts laboratory earthquakes. *Geophysical Research Letters*, 44(18), 9276-9282. <https://doi.org/10.1002/2017GL074677>
33. Saad, O.M., Chen, Y., Savvaidis, A., Fomel, S., Jiang, X., Huang, D., Oboué, Y.A. S.I., Yong, S., Wang, X., Zhang, X., & Chen, Y. (2023). Earthquake Forecasting Using Big Data and Artificial Intelligence: A 30-Week Real-Time

- Case Study in China. Bulletin of the Seismological Society of America, 113(6), 2461-2478. DOI: 10.1785/0120230031. Доступно на: <https://doi.org/10.1785/0120230031>
34. Trani, L., Pagani, G.A., Zanetti, J.P.P., Chapeland, C., & Evers, L. (2021). DeepQuake — An application of CNN for seismo-acoustic event classification in The Netherlands. Computers & Geosciences, 157, 104938. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098300421002648>
35. Ullah, S., Bindi, D., Pilz, M., Danciu, L., Weatherill, G., Zuccolo, E., Ischuk, A., Mikhailova, N. N., Abdrakhmatov, K., Parolai, S. (2015): Probabilistic seismic hazard assessment for Central Asia. - Annals of Geophysics, <http://doi.org/10.4401/ag-6687>
36. United States Geological Survey. Доступно на: <https://earthquake.usgs.gov/>

РОҶҶОИ ИННОВАТСИОНИИ ПЕШГҶҶИИ ЗАМИНЧУНБИҶО ДАР ТОҶИКИСТОН ТАВАССУТИ ТАТБИҚИ ОМУҶИШИ МОШИНИҶ ВА ЗЕҶНИ СУНҶӢ

Дар мақолаи мазкур имкони татбиқи зеҳни сунҷӣ (ЗС), бахусус технологияҳои омуҷиши мошинӣ барои таҳлили фаъолиятҳои сейсмикӣ ва пешгӯии заминчунбиҳо дар минтақаҳои кӯҳистон, аз ҷумла Тоҷикистон баррасӣ карда мешавад. Таҳқиқоти мавҷуда дар соҳаи истифодаи усулҳои омуҷиши мошинӣ барои таҳлили маълумоти сейсмикӣ, инчунин бартарӣ ва маҳдудиятҳои татбиқи ЗС дар ин соҳа муҳокима мешаванд. Таҳқиқот роҳҳои муосири истифодаи технологияҳои омуҷиши мошинӣ ва омуҷиши амикро барои таҳлили фаъолиятҳои сейсмикӣ пешниҳод мекунад. Таҳқиқот исбот менамояд, ки чи тавр технология метавонад дар пешгӯии заминчунбиҳо, коркарди маълумоти сейсмикӣ ва баланд бардоштани самаранокии воқуниш ба офатҳои табиӣ кумак расонад. Дар мақола ҳам муваффақиятҳои ба даст омада ва ҳам мушкилоти истифодаи ЗС дар сейсмология баррасӣ мешаванд.

Калидвожаҳо: пешгӯии заминчунбӣ, омуҷиши мошинӣ, зеҳни сунҷӣ, омуҷиши амик, таҳлили маълумоти сейсмикӣ, идоракунии офатҳои табиӣ, системаҳои огоҳии пешакӣ, хатҳои шикаст, арзёбии хавфи сейсмикӣ.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ТАДЖИКИСТАНЕ ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В данной статье рассматривается возможность применения искусственного интеллекта (ИИ), в частности технологий машинного обучения, для анализа сейсмической активности и предсказания землетрясений в горных регионах, включая Таджикистан. Обсуждаются существующие исследования в области использования методов машинного обучения для анализа сейсмических данных, а также потенциальные преимущества и ограничения применения ИИ в этой области. Исследование представляет обзор современных подходов к использованию технологий машинного обучения и глубокого обучения для анализа сейсмической активности. Акцент делается на том, как эти технологии могут помочь в предсказании землетрясений, обработке сейсмических данных и повышении эффективности реагирования на природные катастрофы. Рассматриваются как достигнутые успехи, так и вызовы, стоящие перед использованием ИИ в сейсмологии.

Ключевые слова: прогнозирование землетрясений, машинное обучение, искусственный интеллект, глубокое обучение, анализ сейсмических данных, управление природными катастрофами, системы раннего оповещения, разломы, оценка сейсмической опасности.

INNOVATIVE APPROACHES TO EARTHQUAKE PREDICTION IN TAJIKISTAN THROUGH THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

This article explores the potential application of artificial intelligence (AI), particularly machine learning technologies, for analyzing seismic activity and predicting earthquakes in mountainous regions, including Tajikistan. It discusses existing research on using machine learning methods for seismic data analysis, as well as the potential benefits and limitations of applying AI in this field. The study provides an overview of current approaches to using machine learning and deep learning technologies for analyzing seismic activity. Emphasis is placed on how these technologies can aid in earthquake prediction, seismic data processing, and improving the efficiency of disaster response. Both the successes achieved and the challenges faced in utilizing AI in seismology are examined.

Keywords: seismology, earthquake prediction, machine learning, artificial intelligence, deep learning, seismic data analysis, natural disaster management, early warning systems fault lines, seismic hazard assessment.

Маълумот дар бораи муаллиф: Булбулов Фаррух Ҷумъаевич - Донишгоҳи Сент-Мерис, ИМА, магистри идоракунии бизнес (MBA). Телефон: +49 176 305 88 043. E-mail: farrukh.bulbulov@gmail.com

Сведения об авторе: Булбулов Фаррух Джумаевич - Университета Сент-Мерис, США, магистр делового администрирования (MBA). Телефон: +49 176 305 88 043. E-mail: farrukh.bulbulov@gmail.com

Information about the author: Bulbulov Farrukh Jumaevich - Saint Mary's University, USA, Master of Business Administration (MBA). Phone: +49 176 305 88 043. Email: farrukh.bulbulov@gmail.com

Сафаров Ф.Г.

Национальный исследовательский технологический университет МИСИС в г. Душанбе

Введение. На сегодняшний день обработка больших данных является ведущей задачей в большинстве сфер деятельности. Это касается образования, медицины, банковского дела, производства и маркетинга. В связи с ростом количества информации, которая собирается компаниями, возникает необходимость в её обработке и анализе. В то же время, традиционные методы обработки информации, которые основаны на ручной работе и в использовании статистических методов, имеют ограниченное применение в больших объёмах данных, так как они не могут обеспечить максимальную эффективность при работе с большими объёмами информационного потока.

С учётом этого, все более актуальным становится использование искусственного интеллекта (ИИ) для обработки больших массивов данных. В результате использования искусственного интеллекта стало возможным обрабатывать большие объёмы данных, при этом значительно быстрее и эффективнее человека, а также обнаруживать скрытые зависимости и паттерны в данных. Компаниям это даёт возможность принимать больше обоснованных решений, сокращать свои расходы и повышать качество своей продукции или предоставления услуг.

Основная часть. Один из основных принципов Big Data – чем больше вы знаете о предмете, тем более эффективным становится ваше управление им и вы можете предугадать то, что произойдет в будущем. Относясь к работе с клиентами, это означает решение таких вопросов [13]:

- 1) Разработка точного портрета целевой аудитории;
- 2) Принятие и понимание личных предпочтений;
- 3) Точный анализ персональной информации;
- 4) Определить типы клиентов, заинтересованных в услугах;
- 5) Дедлайн выпуска продуктов с целью получения прибыли.

Применение искусственного интеллекта для обработки больших объёмов информации стало особенно актуальным в связи с развитием технологий, которые направлены на сбор данных в реальном времени. Например, поисковая система (www.Dodaho.tj), когда большое количество пользователей запрашивают различную информацию в реальном времени и используют её для своих нужд. Установка искусственного интеллекта на предприятии в этих условиях позволяет проводить более глубокий анализ данных, а также принимать быстрые и эффективные решения.

На сегодняшний день использование искусственного интеллекта в обработке больших данных является актуальным, так как это позволяет эффективно решать проблемы с обработкой информации, а также способствует ускорению работы и повышению качества принимаемых решений. Итоги многих исследований показывают, что применение искусственного интеллекта в обработке больших данных является эффективным. Основным инструментом, используемым при обработке больших объёмов данных, является машинное обучение [14].

В основе алгоритмов машинного обучения лежат методы анализа данных, позволяющие выявлять закономерности и делать прогнозы. Также, благодаря искусственному интеллекту, стало возможным автоматизировать процесс обработки данных, что значительно ускорило работу и снизило риск человеческого фактора. В соответствии с проведённым анализом по теме применение искусственного интеллекта для обработки больших массивов информации имеет широкие возможности и уже используется в ряде отраслей промышленности.

Для примера можно привести исследование в поисковой системе Додахо. Как утверждается, искусственный интеллект способен значительно повысить скорость обработки больших объёмов информации и снизить затраты на её обработку в несколько раз. Кроме того, отмечается, что искусственный интеллект может помочь выявить скрытые паттерны и зависимости, которые могут быть не видны при ручном анализе данных [4].

В исследованиях, опубликованных в издании Nature, были рассмотрены возможности использования искусственного интеллекта для обработки медицинской информации. Учёные утверждают, что искусственный интеллект способен помочь обнаружить ранние признаки заболеваний и подобрать наиболее эффективное лечение, которое может спасти жизни миллионов людей.

В то же время, в исследованиях можно найти некоторые проблемы, связанные с использованием искусственного интеллекта для обработки больших массивов данных. В статье, опубликованной в журнале Communications of the ACM, утверждается, что искусственный интеллект может создавать ошибки из-за того, что алгоритмы машинного обучения не всегда способны учесть контекст и могут давать неверные решения [11].

На основе литературного обзора можно сделать вывод, что применение искусственного интеллекта в области обработки больших данных имеет множество перспектив и может принести пользу. Однако есть некоторые проблемы, которые требуют дальнейшего изучения. Существует необходимость в разработке более совершенных алгоритмов машинного обучения и создании соответствующих этических стандартов и законов, которые будут гарантировать правильное использование искусственного интеллекта в обработке больших данных. Когда дело доходит до обработки данных, скорость решает все. Хотя люди все еще привыкли анализировать данные и управлять ими, искусственный интеллект работает быстрее. Это может помочь людям в анализе данных, что приводит к более быстрому пониманию и способности принимать важные стратегические решения, которые могут вывести организации на новые высоты. Исследования показали, что использование искусственного интеллекта в анализе больших данных может значительно ускорить процесс обработки данных. Сравнительный анализ приведён в таблице 1.

МЕРА	ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ	ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
<i>Время обработки данных</i>	<i>Медленно</i>	<i>Быстро</i>
<i>Точность результатов</i>	<i>Низкая</i>	<i>Высокая</i>
<i>Стоимость обработки</i>	<i>Дорого</i>	<i>Дёшево</i>
<i>Объём обрабатываемых данных</i>	<i>Ограничен</i>	<i>Неограничен</i>

В частности, для анализа больших объёмов медицинских данных в исследовании, опубликованном в журнале PLOS ONE, были использованы алгоритмы машинного обучения. Научные изыскания показали, что применение искусственного интеллекта может помочь в обнаружении более точных закономерностей и паттернов в данных, а также это может помочь в разработке более эффективных методов лечения [5].

Для анализа данных, которые были предоставлены в банковском секторе, в исследовании, опубликованном в журнале Expert Systems with Applications, были применены алгоритмы глубокого обучения. С помощью искусственного интеллекта можно уменьшить расходы на обработку данных, а также повысить точность прогнозов, что может помочь банкам принимать более обоснованные решения и повышать качество предоставляемых услуг. Об этом было заявлено в ходе исследования [1].

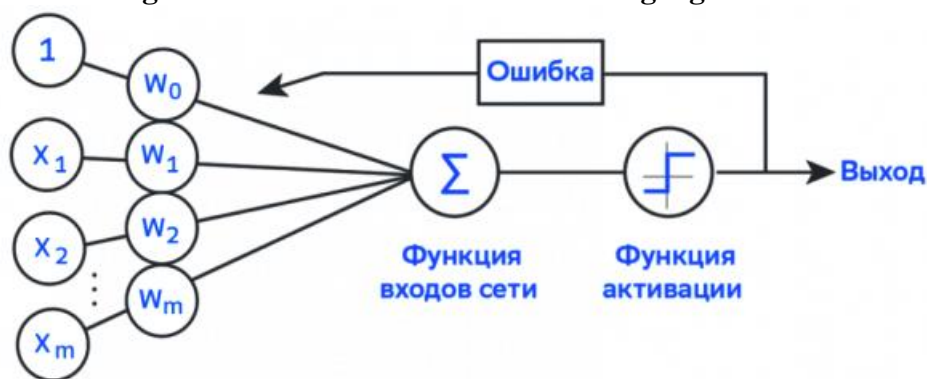
Для того чтобы наглядно представить результаты использования искусственного интеллекта и традиционных методов обработки данных, приведём прикладную программу: www.Dodaho.tj из лаборатории на примере таблицы, которая демонстрирует сравнение традиционных способов обработки данных и технологий искусственного интеллекта.

С помощью искусственного интеллекта можно повысить эффективность обработки больших данных, а также снизить затраты на обработку данных.

Стоит отметить, что применение искусственного интеллекта также может приводить к ошибкам и неточным результатам, если системы машинного обучения будут настроены неправильно. По этой причине, для того чтобы успешно использовать искусственный интеллект в обработке больших данных, необходимо совершенствовать алгоритмы машинного обучения и применять их более эффективно для каждой задачи [8].

Но, всё же, существуют проблемы, которые могут возникнуть в связи с использованием искусственного интеллекта для обработки больших массивов данных. Первостепенной проблемой является необходимость точной настройки алгоритмов машинного обучения, пример рис 1.

Рисунок 1. Точный алгоритм машинного обучения
Figure 1. An accurate machine learning algorithm



При неправильной настройке могут быть получены неверные результаты, а также снижается эффективность обработки данных. Кроме того, искусственный интеллект способен создавать проблемы, связанные с моральными аспектами. Например, он может нарушать конфиденциальность данных и допускать дискриминацию. Исходя из этого следует, что искусственный интеллект может использовать личные данные людей в качестве инструмента для принятия решений, не всегда учитывая их права и интересы [12].

С помощью искусственного интеллекта можно получить положительные результаты при обработке больших массивов данных. Он помогает уменьшить время обработки данных, повысить точность прогнозов и обнаружить скрытые паттерны в информации. Вместе с тем, искусственный интеллект имеет возможность автоматизировать процесс сбора и обработки данных, что способствует ускорению работы и снижению риска человеческого фактора [10]. Однако применение искусственного интеллекта для обработки больших массивов данных имеет некоторые проблемы. В частности, некоторые алгоритмы машинного обучения имеют недостатки, которые приводят к неверным результатам. К тому же, искусственный интеллект имеет возможность использовать личные данные людей без их согласия, что также является нарушением их прав на конфиденциальность. Проблемы, которые возникли в связи с этими вопросами, могут привести к отторжению искусственного интеллекта как системы обработки данных [2].

Алгоритмы машинного обучения используют большие данные для изучения будущих тенденций и их прогнозирования для прогресса. Для этого существуют различные механические или алгоритмические процессы получения оперативной информации. Специалисты по Big Data работают с сырыми неструктурированными данными, результаты анализа которых используются для поддержки принятия решений.

Неоспоримым фактом является то, что в обработке больших данных важную роль играет искусственный интеллект и машинное обучение. При этом он способен обрабатывать большие объёмы данных, значительно быстрее и эффективнее, чем человек. Кроме того, ему удается обнаруживать скрытые зависимости и паттерны в информации, что позволяет

выполнять более точную обработку данных. Существуют некоторые проблемы, которые могут возникнуть при использовании искусственного интеллекта в обработке больших данных. Это касается не только точности алгоритмов машинного обучения и этических вопросов, но также имеет место быть нарушение конфиденциальности данных и дискриминация [7].

Будем наблюдать в ближайшем будущем глубокое воздействие машинного обучения и искусственного интеллекта на мировую экономику. Эти технологии могут привести к революции в области цифровизации, повысить качество обслуживания клиентов, улучшить безопасность и эффективность здравоохранения, укрепить кибербезопасность, оптимизировать цепочки поставок, организовать производство и финансы, а также обеспечить соблюдение этических норм.

По мере развития технологий, которые используют искусственный интеллект, организации будут получать новые возможности, увеличивать эффективность своей работы и, в конечном счете, стимулировать инновации и рост во все более взаимосвязанном мире.

Большие данные состоят из больших объёмов информационных активов, которые требуют инновационной и экономичной обработки, чтобы предоставить ценную информацию для принятия более эффективных решений. Затем эти данные можно просмотреть, чтобы обнаружить корреляции или скрытые закономерности, которые в противном случае были бы недоступны.

Рисунок 2. Модель: плюсы больших данных
Figure 2. Model: the benefits of big data

Плюсы больших данных



Просто иметь вычислительную мощность и место для хранения, необходимые для накопления огромных объемов данных, недостаточно. Должен быть способ понять это. Поскольку ни один человек не может сканировать огромные объемы данных в поисках закономерностей или связей, которые можно использовать для стратегического планирования, для этой задачи используется искусственный интеллект. Данные позволяют организациям больше узнать о конкретных демографических показателях и их мотивах. Когда потребители используют технологию пассивно или активно, генерируются данные, описывающие её. Это включает в себя кредитные карты, смартфоны, камеры и любое электронное устройство, которое расширяет их профиль данных. Когда анализ проведен правильно, учреждения могут многое узнать о поведении и характеристиках человека или группы. Затем такую важную информацию можно использовать для улучшения услуг или продуктов [3]. В результате корпорации сейчас соревнуются в разработке самых мощных, точных и всеобъемлющих инструментов сбора и анализа данных.

Большие данные и аналитика охватывают несколько технологий, которые функционируют одновременно, помогая учреждениям извлекать максимальную пользу из своей информации. Этими технологиями являются прогнозная аналитика, Nadoop,

интеллектуальный анализ данных, машинное обучение и интеллектуальный анализ текста в памяти, а также управление данными.

Прогнозная аналитика: эта технология использует статистические алгоритмы и данные для определения будущих результатов на основе исторических данных. Ее цель – помочь учреждениям планировать будущее. Она очень успешна в таких областях, как маркетинг, анализ рисков и обнаружение или предотвращение мошенничества [16].

Hadoop: программная среда с открытым исходным кодом, способная содержать огромные объемы данных. Он может использовать общедоступное оборудование для запуска приложений и считается незаменимым инструментом при работе с постоянно растущим разнообразием или объемом данных. Поскольку он использует вычислительную модель, основанную на распределении, он может быстро обрабатывать большие объемы данных. Еще одним преимуществом открытого исходного кода является то, что он находится в свободном доступе [9].

Машинное обучение: машинное обучение лучше всего рассматривать как подмножество ИИ, которое обучает машину различным методам обучения, позволяя ей быстро генерировать модели, которые затем могут анализировать большие наборы данных для получения более быстрых результатов с большей точностью. Этого можно добиться даже в больших масштабах. Если все сделано правильно, учреждения будут распознавать выгодные возможности, избегая при этом рисков, которые трудно измерить количественно [15].

Интеллектуальный анализ текста. Интеллектуальный анализ текста похож на интеллектуальный анализ данных, но с некоторыми отличиями. Здесь цель состоит в том, чтобы оценить текст, доступный в Интернете, в том числе в электронных книгах и разделах комментариев, чтобы получить информацию, которая ранее была недоступна. Интеллектуальный анализ текста тесно связан с естественной обработкой языка (NLP). Он позволяет просматривать документы, блоги, электронные письма и каналы социальных сетей, чтобы делать новые и интересные открытия [6].

Аналитика в памяти: при анализе данных системной памяти вы получите информацию, чтобы быстро на нее реагировать. Аналитика в памяти значительно сократит задержку обработки и подготовку данных. Новые сценарии могут быть протестированы для разработки новых моделей. Это позволяет учреждениям оставаться гибкими, принимая более разумные долгосрочные решения.

Управление данными. Недостаточно владеть большими объемами данных. Эта информация также должна быть систематизирована и иметь высокое качество. Здесь на помощь приходит управление данными. Оно позволяет постоянно поступающим и исходящим данным в организациях подвергаться процессам, которые делают их более расшифровываемыми и удобными для использования. Как только это произойдет, данные можно будет применять новыми и прибыльными способами. Это семь технологий, которые охватывают аналитику и большие данные. Однако для достижения желаемых результатов они должны беспрепятственно функционировать вместе с помощью искусственного интеллекта. По мере роста и развития вычислительной мощности ИИ будет соответственно ускоряться. Текущее состояние отрасли указывает на то, что она уже добилась значительных успехов и готова к более широкому внедрению. Это не совпадение, что обширный сбор данных и ИИ появились одновременно; одно не может существовать без другого.

Достижения в области машинного обучения (МО) привели к созданию нового мира, в котором данные можно использовать способами, которые раньше считались невозможными. Эта технология может быстро обрабатывать видео, текст, изображения и даже голоса. Чем больше этих данных ИИ анализирует, тем эффективнее он становится. Есть три основных способа, которыми ИИ приносит пользу большим данным: улучшенная аналитика данных, более невероятная скорость обработки и устранение проблем с данными.

Расширенная аналитика данных. Эффективное управление большими данными – одна из самых серьезных проблем, с которыми сталкиваются организации. Языки типа SQL

использовались для извлечения нужных данных в течение нескольких лет. После этого потребовалось много времени и энергии, чтобы собрать ключевые идеи, которые часто включали старые методы, неэффективные. Это изменилось, поскольку теперь предпочтение отдается машинному обучению и искусственному интеллекту.

Более высокая скорость обработки. Когда дело доходит до обработки данных, скорость решает все. Хотя люди все еще привыкли анализировать данные и управлять ими, искусственный интеллект работает быстрее. Это может помочь людям в анализе данных, что приводит к более быстрому пониманию и способности принимать важные стратегические решения, которые могут вывести организации на новые высоты.

Устранение проблем с данными. Много проблем связано со сбором, управлением и обработкой данных. Самая большая связана с качеством полученной информации. Ни одна организация не хочет тратить много времени, денег и ресурсов на получение данных, которые в конечном итоге бесполезны. По этой причине алгоритмы машинного обучения сейчас используются для очистки и подготовки информации. Есть три дополнительных способа, которыми большие данные помогают корпорациям, а именно: за счет более быстрого принятия решений, новых услуг и продуктов и снижения затрат [17].

Быстрое принятие решений: аналитика на основе оперативной памяти позволяет учреждениям анализировать данные и принимать решения быстрее, чем их конкуренты. Это дает им значительное преимущество, которое в конечном итоге может увеличить долю рынка.

Новые услуги и продукты: вы можете разрабатывать услуги с учетом их потребностей, если вы знаете, чего хотят ваши клиенты, используя аналитику. В свою очередь, это приведет к большей лояльности к бренду и прибыли.

Снижение затрат: такие технологии, как облачная аналитика и искусственный интеллект, значительно снизят затраты, особенно при оценке и хранении новых источников данных. Кроме того, он может анализировать существующие бизнес-процессы, чтобы определять уникальные способы снижения затрат при одновременном повышении эффективности.

Розничная торговля. Поддержка клиентов сильно изменилась за последнее десятилетие. Потребители стали более искушенными и теперь хотят, чтобы розничные продавцы знали, чего они хотят и когда. Используя аналитику и большие данные, розничные продавцы могут сделать это, поскольку у них будет доступ к обширным хранилищам данных, которые можно будет оценить, чтобы предсказать тенденции и дать рекомендации для новых продуктов. Банковское дело. Финансовые учреждения всегда имели доступ к большим объемам данных, но понять их было совсем другое дело. Теперь они могут брать эти неструктурированные данные, использовать ИИ и аналитику для их организации, а затем оценивать информацию, чтобы предоставлять более качественные банковские услуги, максимально повышая эффективность своих операций и защищая учетные записи клиентов от киберугроз.

Производство. Перед компаниями в производственном секторе стоит сложная задача по добыче сырья и производству готовой продукции, которую можно продавать с целью получения прибыли. Как вы понимаете, для этого необходимо выявить и решить проблемы, связанные с механическими неисправностями, проблемы с цепочками поставок и приложениями для перемещения. По этой причине аналитика данных незаменима для этого сектора, поскольку она может помочь выявить проблемы заблаговременно, одновременно повышая эффективность повседневных операций и снижая затраты.

Правительство. Управление и руководство нацией с миллионами, десятками миллионов или сотнями миллионов граждан никогда не было легкой задачей. Правительства должны поддерживать стабильность и действовать в рамках бюджета, не ставя под угрозу производительность и качество жизни своих граждан. Кроме того, правоохранительные органы должны защищать гражданских лиц от преступных элементов и преследовать тех, кто нарушает законы. Военные должны защищать от внешних противников. Для достижения

всего этого требуется целостное представление, которое может обеспечить обширная аналитика данных. Правительства будут лучше понимать своих граждан, их потребности и желания, выявляя при этом потенциальные угрозы, которые могут привести к дестабилизации.

Здравоохранение. Те, кто работает в медицинском секторе, будь то врачи или медсестры, должны регулярно принимать трудные решения, которые являются вопросом жизни и смерти. Таким образом, наличие доступа к своевременной и точной информации имеет решающее значение. Сегодня работники медицинской отрасли принимают лучшие решения для пациентов и лучше осведомлены о логистике и доступности жизненно важных лекарств.

Естественные науки. Наука – это основа, которая делает возможными современные технологии. Однако исторически научные исследования были дорогостоящими и медленными, особенно в медицинском секторе. Нередки случаи, когда испытания заканчиваются неудачей по разным причинам. К счастью, появление аналитики, ИИ (Интернет медицинских вещей) и искусственного интеллекта открыло двери для значительного ускорения научных исследований.

Заключение. Хотя мир больших данных и искусственного интеллекта может показаться сложным, они необходимы для того, чтобы предприятия оставались конкурентоспособными. Однако внедрение надёжных смешанных систем больших данных и искусственного интеллекта связано с сохранением трудностей. Большие данные и ИИ неразрывно связаны. Успех последнего помогает предприятиям раскрыть потенциал своих хранилищ данных, достигнутых ранее или обременивших методы.

Согласно исследованиям компании Додахо, благодаря использованию искусственного интеллекта, в 2035 году рост экономики может увеличиться на 21 миллиард долларов, а показатели рентабельности во всех основных проявлениях экономической деятельности повысятся в среднем на 47%.

В свете подобных прогнозов внедрение искусственного интеллекта и других новейших технологий для автоматизации процессов в отрасли ЦОД является перспективным и востребованным решением.

С ростом масштабов ЦОД, как уже отмечалось, многие проблемы уже невозможно решить вручную. «ЦОДостроение» идет по пути создания программноуправляемых, самооптимизирующихся и самовосстанавливающихся центров обработки данных, персонал которых освобождается от многих рутинных операций. Вследствие автоматизации, роботизации и стандартизации постоянное присутствие в машинных залах высококвалифицированных специалистов служб эксплуатации ЦОД становится необязательным, и вполне естественно возникает вопрос о возможном сокращении персонала.

Искусственный интеллект и машинное обучение способны значительно повысить эффективность центров обработки данных. Сегодня отрасль ЦОД находится в самом начале пути их внедрения, изменения парадигмы управления и распределения задач эксплуатации между людьми и компьютерами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгоритмы глубокого обучения и многокритериальное принятие решений, используемые в больших данных. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/expert-systems-with-applications#:~:text=Expert%20Systems%20With%20Applications%20is,and%20management%20of%20these%20systems> (дата обращения 09.06.2024 год).
2. Братчиков А.А. Проблемы искусственного интеллекта в свете диалектики средств и целей // Актуальные исследования. - 2024. -№3(185). -С.61-66. URL: <https://apni.ru/article/8155-problemi-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 13.06.2024).
3. В. Майер-Шенбергер, К. Кукьер. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим, 2013. – 310 с.
4. Ватъян А.С., Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В. Системы искусственного интеллекта. -СПб: Университет ИТМО, 2022. -186 с.

5. Включение алгоритмической неопределенности в клинический алгоритм машинного глубокого обучения для экстренных оперативных вмешательств. [Электронный ресурс]. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0281900> (дата обращения 06.06.2024 год). интеллекта. -СПб: Университет ИТМО, 2022. – 186 с.
6. Интеллектуальный анализ текстов. <https://www.promt.ru/technology/text-analysis/> (дата обращения: 11.07.2024)
7. Катъкало В.С. Корпоративное обучение для цифрового мира / под ред. В.С. Катъкало, Д.Л. Волкова. -М.: АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2017. - 200 с.
8. Методы машинного обучения. [Электронный ресурс]. URL: <https://itglobal.com/ru-ru/company/blog/metody-mashinnogo-obucheniya/?usclid=luxraebore328438777>. (дата обращения 10.06.2024 год).
9. Hadoop: что это, для чего она нужна и как работает. URL: <https://skillbox.ru/media/code/hadoop-cto-eto-dlya-chego-ona-nuzhna-i-kak-rabotaet/> (дата обращения: 05.07.2024)
10. Перспективы развития искусственного интеллекта в 2023 году - аналитика. [Электронный ресурс]. URL: <https://psm7.com/ru/analytics/perspektivy-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta-v-2023-godu-analitika.html> (дата обращения 12.06.2024 год).
11. Реальная проблема с ИИ. [Электронный ресурс]. URL: <https://cacm.acm.org/blogcacm/the-real-problem-with-ai/> (дата обращения 27.05.2024 год).
12. Технологии искусственного интеллекта, конфиденциальность и безопасность. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2022.826737/full> (дата обращения 11.06.2024 год).
13. Что такое большие данные: комплексный обзор. [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/>. (дата обращения 19.05.2024 год).
14. Что такое машинное обучение. <https://practicum.yandex.ru/blog/cto-takoe-mashinnoe-obuchenie/> (дата обращения: 07.07.2024).
15. Что такое машинное обучение? [Электронный ресурс]. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-machine-learning-platform.> (дата обращения 22.05.2024 год).
16. Что такое прогнозная аналитика? URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/technology-platform/cloud-analytics/what-is-predictive-analytics.html>. (дата обращения: 01.07.2024).
17. Что такое управление данными (Data Management)? <https://dis-group.ru/blogs/cto-takoe-upravlenie-dannymi-data-management/> URL: <https://dis-group.ru/blogs/cto-takoe-upravlenie-dannymi-data-management/> (дата обращения: 14.07.2024).

ЗЕХНИ СУНЪЙ ДАР ТРАНФОРМАТСИЯИ МАРКАЗИ ЧАМЪОВАРӢ ВА КОРКАРДИ МАЪЛУМОТ

Дар соҳаи коркарди маълумоти калон, зехни сунъӣ (AI) нақши муҳим мебозад. Зехни сунъӣ қобилияти коркарди миқдори зиёди иттилоотро нисбат ба одам чандин маротиба тезтар ва самараноктар иҷро менамояд. Бо мақсади баррасии аҳамияти истифодаи зехни сунъӣ дар соҳаи коркарди маълумоти калон, мо дар ин мавзӯ таҳқиқот гузаронидем ва ба натиҷаҳои зерин расидем: Зехни сунъӣ, (Artificial Intelligence), омӯзиши мошинӣ, (Machine learning), омӯзиши амиқ, (Deep learning), додаҳои калон (Big Data), шабакаҳои нейрон (Neural networks), қунун технологияҳои зехни сунъӣ дар ҳаёти ҳаррӯзаӣ мо истифода мешаванд. Мо инчунин мушқилоти марбут ба истифодаи зехни сунъиро дар соҳаи маълумоти калон дида баромадем. Ба ҳулосае омадем, ки зехни сунъӣ дар коркарди додаҳои калон нақши муҳим мебозанд ва барои рушди минбаъдаи онҳо дурнамои бузург дорад.

Калидвожаҳо: зехни сунъӣ, маълумоти калон, омӯзиши мошинӣ, таҳлили додаҳо, маълумоти калон, омӯзиши амиқ, шабакаҳои нейрон, тичорат, таҳлил.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТРАНСФОРМАЦИИ ЦЕНТРОВ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ

В области обработки больших данных важную роль играет искусственный интеллект (ИИ). Он имеет возможность обработки больших объемов информации в разы быстрее и эффективней, чем человек. Для того чтобы рассмотреть актуальность использования искусственного интеллекта в области обработки больших данных, мы провели исследование по данной теме и пришли к таким результатам, что Искусственный интеллект (Artificial Intelligence), Машинное обучение (Machine learning), Глубокое обучение (Deep learning), большие данные (Big Data), нейронные сети (Neural networks), уже сегодня эти технологии искусственного интеллекта используются в нашей повседневной жизни. Также мы рассмотрим проблемы, связанные с использованием искусственного интеллекта в области больших данных. Можно сделать вывод о том, что искусственный интеллект играет большую роль в обработке больших данных и имеет большие перспективы для дальнейшего развития.

Ключевые слова: искусственный интеллект, большие данные, машинное обучение, анализ данных, big data, глубокое обучение, нейронные сети, бизнес, аналитика.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TRANSFORMATION OF DATA COLLECTION AND PROCESSING CENTERS

In the field of big data processing, artificial intelligence (AI) plays an important role. He has the ability to process large amounts of information many times faster and more efficiently than a person. In order to consider the relevance of using artificial intelligence in the field of big data processing, we conducted research on this topic and came to the following results: Artificial Intelligence, Machine learning, Deep learning, big data (Big Data), neural networks (Neural networks), today these artificial intelligence technologies are used in our everyday life. We will also discuss the challenges associated with the use of artificial intelligence in the field of big data. It can be concluded that artificial intelligence plays a big role in processing big data and has great prospects for further development.

Keywords: artificial intelligence, big data, machine learning, data analysis, big data, deep learning, neural networks, business, analytics.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Сафаров Файзуллоҷон Гурезович* – Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқоти технологӣ МИСИС, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи технологияҳои иттилоотӣ ва автоматикунонӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Назаршоев, 7. Телефон: **935-05-67-68**. E-mail: **safarov_f-o@mail.ru**

Сведения об авторе: *Сафаров Файзуллоджон Гурезович* – Филиал Национального исследовательского технологического университета Московского института стали и сплавов в г. Душанбе, кандидат технических наук, доцент, кафедры информационных технологий и автоматизации. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Назаршоева, 7. Телефон: **935-05-67-68**. E-mail: **safarov_f-o@mail.ru**

Information about the author: *Safarov Faizullojon Gurezovich* Branch of the National Research Technological University of Moscow Institute of Steel and Alloys in Dushanbe, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Technology and Automation. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Nazarshoev Street, 7. Phone: **935-05-67-68**. E-mail: **safarov_f-o@mail.ru**

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВОГО СООРУЖЕНИЯ СТ-3 РОГУНСКОЙ ГЭС

Меҳрубонов М.Х., Хасанов Н.М., Зардаков Ш.Ш.

Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими,
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана

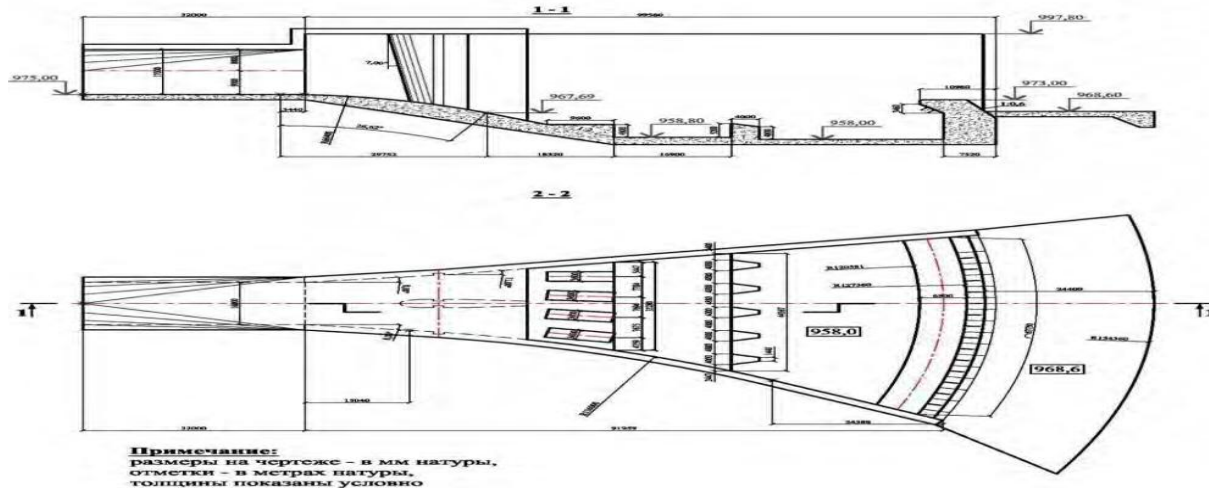
Введение. Строительный тоннель СТ-3 имеет входной порог водоприемника на отметке $\nabla 1035,00$ м. По проекту пропуск паводка осуществляется через три тоннеля СТ-1; СТ-2 и СТ-3. Фактически работы по возведению водобойного колодца на конечном участке СТ-3 еще продолжаются и в полном объеме водобойный колодец к пропуску воды через СТ-3 сегодня готов. Поскольку пропуск расчетного паводка ($Q = 5880 \text{ м}^3/\text{с}$) через створ Рогунской ГЭС неосуществим без СТ-3, встал вопрос о разработке временной конструкции конечного сооружения, позволяющей пропустить необходимый расход при минимуме работ для ее возведения. При проведении исследований исходили из того, что максимальный расход, который должен пропускаться через этот водосброс будет равен $1450 \text{ м}^3/\text{с}$ ($\nabla_{\text{ВБ}}=1060,0$ м; $\Sigma Q_{2018}=Q_{\text{СТ-1}}+Q_{\text{СТ-2}}+Q_{\text{СТ-3}} = 5000 \text{ м}^3/\text{с}$).

Приведены некоторые результаты исследований различных вариантов готовности конечного сооружения за СТ-3, и рассматривается гидравлическая картина течения при пропуске указанного наибольшего расхода. Даны предварительные рекомендации по оптимальному решению, исходя из минимума дополнительных строительных работ.

Материалы и методы исследования. Тоннель СТ-3 сбрасывает воду в реку Вахш при максимальном УВБ= $1185,00$ м с высоты 210 м, поэтому конечной участок водосброса является чрезвычайно ответственным сооружением. Он должен обеспечить приемлемые условия сопряжения вытекающего из водосброса потока воды с нижним бьефом, не допуская обрушения противоположного берега и подмыва водобойного колодца.

Окончательно отработанная в ходе модельных гидравлических исследований конструкция водобойного колодца представлена на рис. 1. В плане колодец расширяется с 16,0 м до 67,75 м. Сопряжение дна тоннеля, имеющего в выходном сечении отметку 975,00 м, с дном водобойного колодца осуществляется по цилиндрической поверхности радиусом 66,4 м, далее следует быстроток, а за ним горизонтальное дно водобойного колодца на отметке 958,0 м. Дополнительное гашение энергии в водобойном колодце обеспечивается двумя рядами гасителей.

Рисунок 1. Проектная конструкция водобойного колодца с отметкой дна 958,0 м
Figure 1. Design of a stilling basin with a bottom elevation of 958.0 m

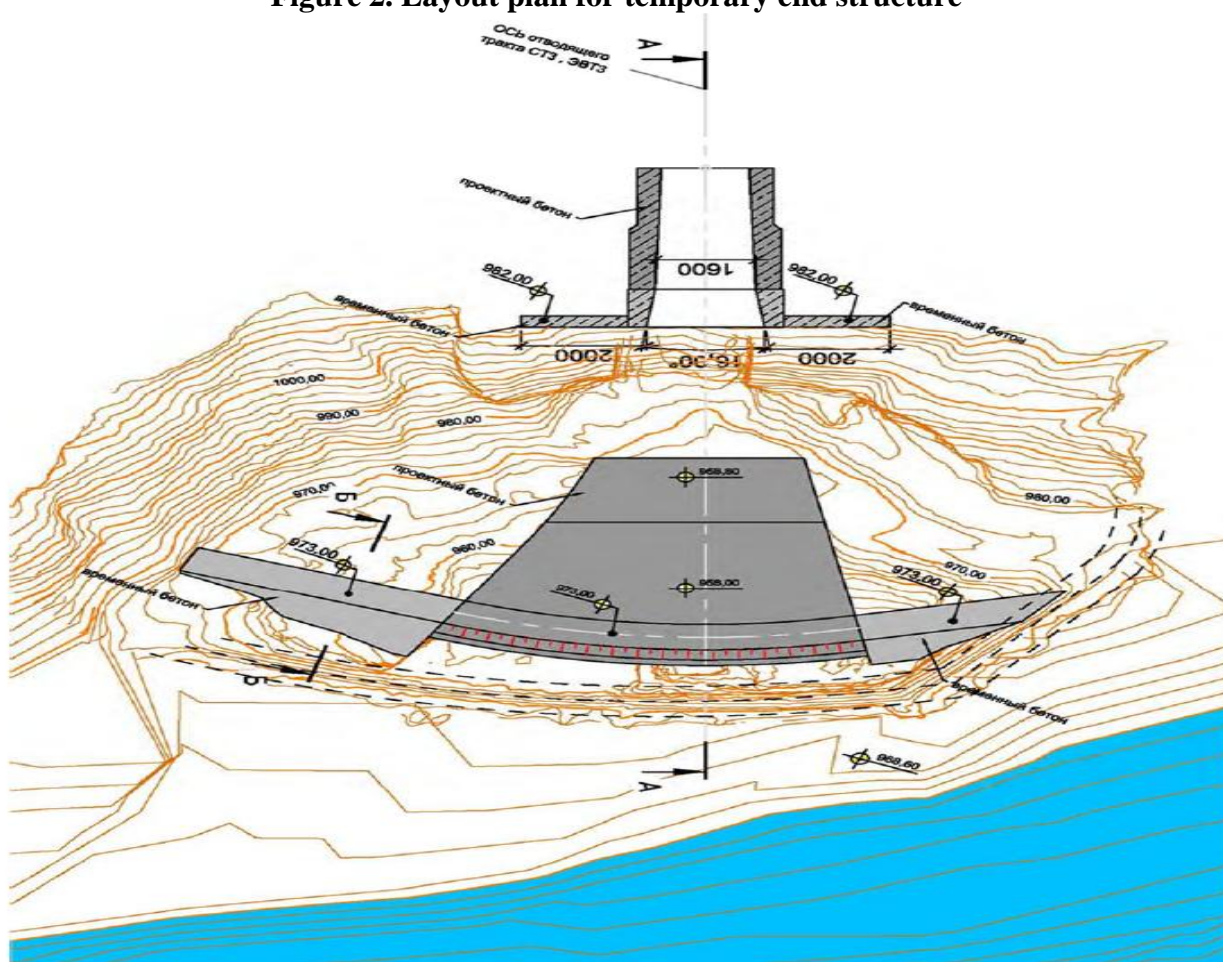


Предлагается временно изменить придонную схему гашения энергии на схему гашения отброшенной струи в котловане водобойного колодца, который будет являться своеобразным бассейном гашения (plunge pool).

Для решения задачи можно обойтись следующим минимумом работ (рис. 2,3):

- отводящий туннель СТ-3 до ПК 17+78,68 выполняется в полном объеме в соответствии с проектом. Далее на длине 10,0 м в лотке с вертикальными расширяющимися в плане бетонными стенками устанавливается трамплин с углом 15° к горизонту. Отметка верха трамплина - 977,68 м, отметка верха лотка $\geq 992,00$ м. Контур лотка на ПК 17+58,68 защищается на всю высоту торцевой стенкой шириной 46,0 м (по 15 м. в каждую сторону от внутренней поверхности лотка). Заглубляется вертикальная торцевая стека до $\nabla 967,00$ м.

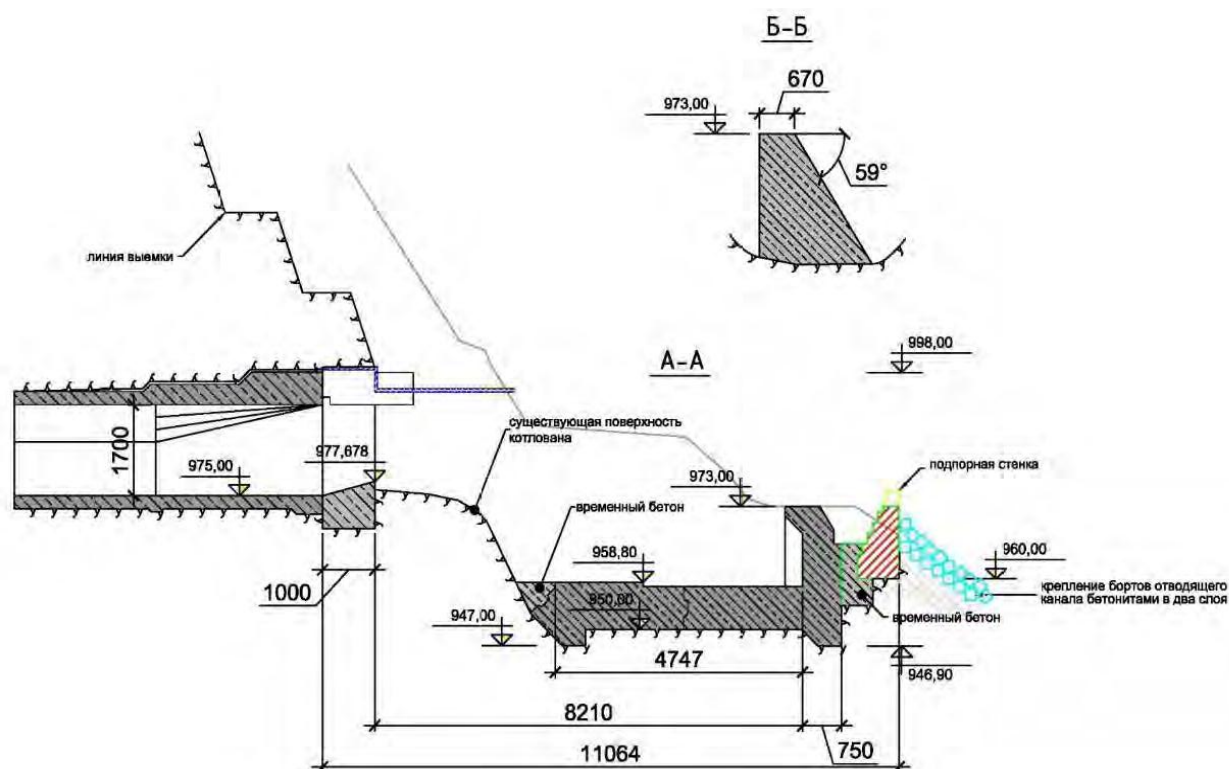
Рисунок 2. План-схема по временному конечному сооружению
Figure 2. Layout plan for temporary end structure



- поскольку подрядчик гарантирует выполнение водобойной стенки и двух рядов горизонтальных плит перед ней в полном объеме, то в предполагаемой конструкции они присутствуют в проектом варианте. С обеих сторон водобойную стенку нужно замкнуть на скальные борта котлована с помощью временных подпорных стенок с той же отметкой верха 972,00 м, чтобы исключить глубокие размывы при ее боковом обтекании.

- участок между ПК 17+58,68 (от временного трамплина) и начала водобойных плит можно не защищать, в процессе работы туннеля он размоется до скального основания естественным образом. Применение бетонных плит (бетонитов) для защиты бортов и наклонного основания колодца считаем нецелесообразным и даже опасным. Такие плиты будут устойчивыми при скоростях течения не более 5,0 м/с, а при имеющих место больших скоростях наличие смещений в стыках приведет к их выворачиванию, загромождению лотка и дополнительным неконтролируемым размывам.

Рисунок 3. Разрез по оси концевого сооружения ДТ-3
Figure 3. Section along the axis of the DT-3 end structure



Результаты и обсуждение. Гидравлические исследования временного концевого участка СТ-3 проводятся на трехмерной численной модели. Для решения уравнений движения жидкости использовалось существующее программное обеспечение для вычислительной гидродинамики общего назначения (CFD-Computational fluid dynamics). Дискретизация уравнений выполнялась с использованием блочно-структурных сеток. Верификация созданной модели и трехмерной картины течения в водобойном колодце и за ним на участке сопряжения с руслом производилась по результатам гидравлических исследований на физической модели М 1:80. Результаты исследований на обеих моделях дали хорошее совпадение.

Граничные условия (границы котлована) для проведения гидравлических исследований на численной модели были заданы с использованием методов фотограмметрии. Этот метод позволил определить пространственные координаты котлована, разработанного под строительство объектов, с помощью фотографий, снятых из разных исходных точек с использованием радиоуправляемого геликоптера. Для получения рельефа было использовано программное обеспечение: VisualSFV, Meshlab, Blender, а также собственные разработки для точного позиционирования камеры и вектора направления просмотра.

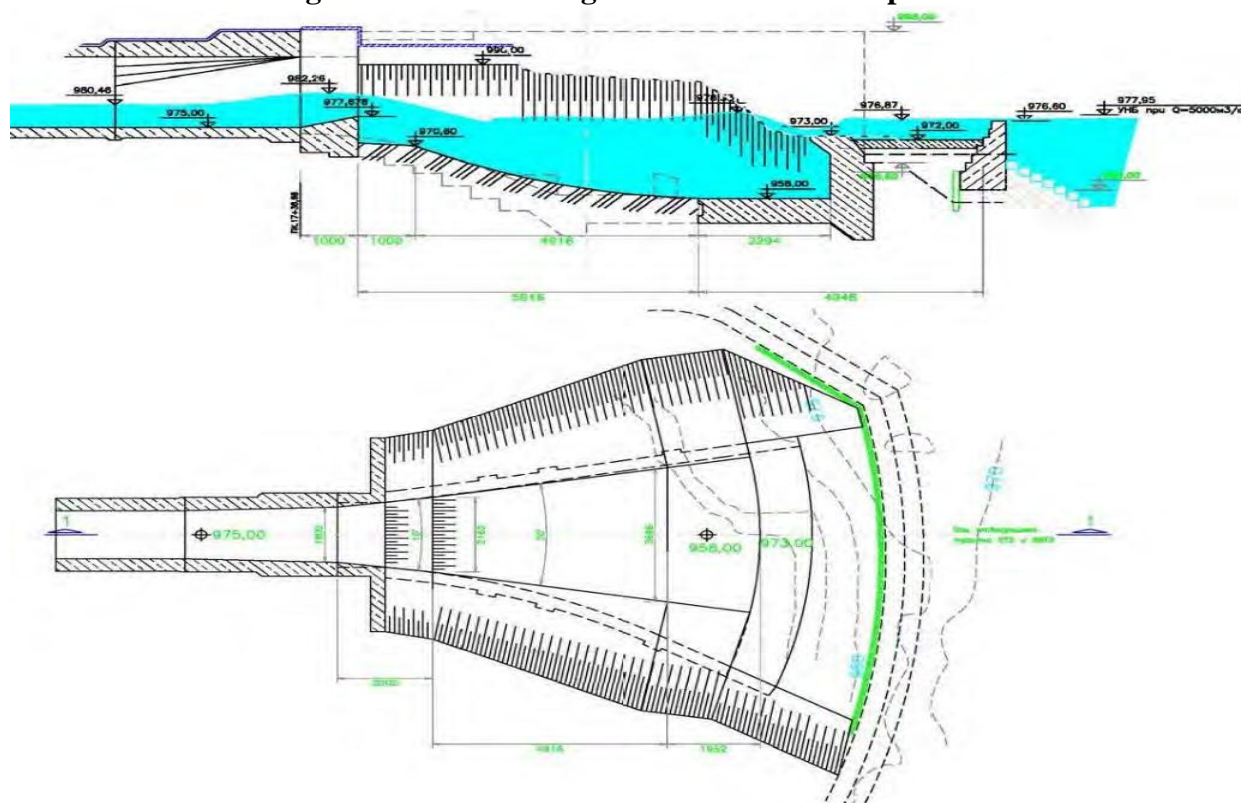
В процессе гидравлических исследований были рассмотрены 4 варианта временного концевого сооружения СТ-3 для возможности пропуска паводка.

Вариант 1 (предложение ЗАО «Тоно Энержи Байналмилал», черт. RG-OUT-ТЕМ-001-R1). На выходе из туннеля укладывается горизонтальная плита на $\nabla 972,0$ м до строительной перемычки (рисунок 4).

Вариант 2. Горизонтальная плита от ПК 17+48,68 на выходе из туннеля укладывается только на длине 10,0 м. Монтируются водобойная стенка и плиты второго ряда на дне колодца на $\nabla 958,0$ м (рисунок 5). Боковые стенки водобойного колодца отсутствуют.

Вариант 3. На выходе из туннеля от ПК 17+48,68 по дну выполняется трамплин с углом 15° на длине 10,0 м, который способствует падению струи на готовую плиту водобойного колодца. Контур лотка за ПК 17+58,68 защищается на всю высоту торцевой стенкой шириной 46,0 м. Заглубляется торцевая стенка до $\nabla 967,00$ м. Лоток по дну

Рисунок 6. План и продольное сечение по Варианту 3
Figure 6. Plan and longitudinal section for Option 3



Вариант 4. Участок на длине от ПК 17+48,68 до ПК 17+58,68 аналогичен Варианту 3. Последующий участок на длине 34,63 м можно оставить в существующем виде, он размоется при пуске воды. Горизонтальные плиты первого и второго ряда, а также водобойная стенка выполняется в проектом варианте. От боковых откосов отказываемся, с боков вода будет течь в границах разработанного котлована, водобойная стенка с обеих сторон продлевается до сопряжения со скалой котлована временными бетонными призмами (рисунки 2,3).

Исследования на численной модели были проведены для условий пропуска паводка, когда открыты строительные водосбросы СТ-1 и СТ-2. Водосброс СТ-3 с временным концевым сооружением будет включаться в работу, если суммарный пропускной способности СТ-1 и СТ-2 не будет хватать для пропуска транзитных расходов.

В гидравлических исследованиях рассматривались режимы во временном водобойном колодце при пропуске через СТ-3 следующих расходов $Q = 500; 800; 1000$ и 1400 м³/с.

Таблица 1. Исходные данные для гидравлических расчетов
Table 1. Initial data for hydraulic calculations

▽ВБ, м	Q _{СТ-I+СТ-II} , м ³ /с	Q _{СТ-III} , м ³ /с	ΣQ, м ³ /с	▽НБ, м	на выходе из тоннеля	
					скорость v, м/с	глубина h, м
1055	3420	500	3920	976,4	7,71	4,63
1055	3420	800	4220	976,8	11,6	4,93
1055	3420	1000	4420	977,2	13,49	5,29
1055	3550	1450	5000	977,95	18,75	5,52

На (рисунках 7-10) приведено полученное на модели плановое распределение скоростей по дну временного сооружения и вдоль потока для всех четырех рассматриваемых вариантов. При пропуске через СТ-3 максимально возможного паводка, равного $Q_{СТ-3}=1450$ м³/с, и уровне нижнего бьефа $▽НБ=977,95$ м.

Рисунок 7. Вариант 1. Гидравлическая картина течения вдоль потока
Figure 7. Option 1. Hydraulic flow pattern along the stream

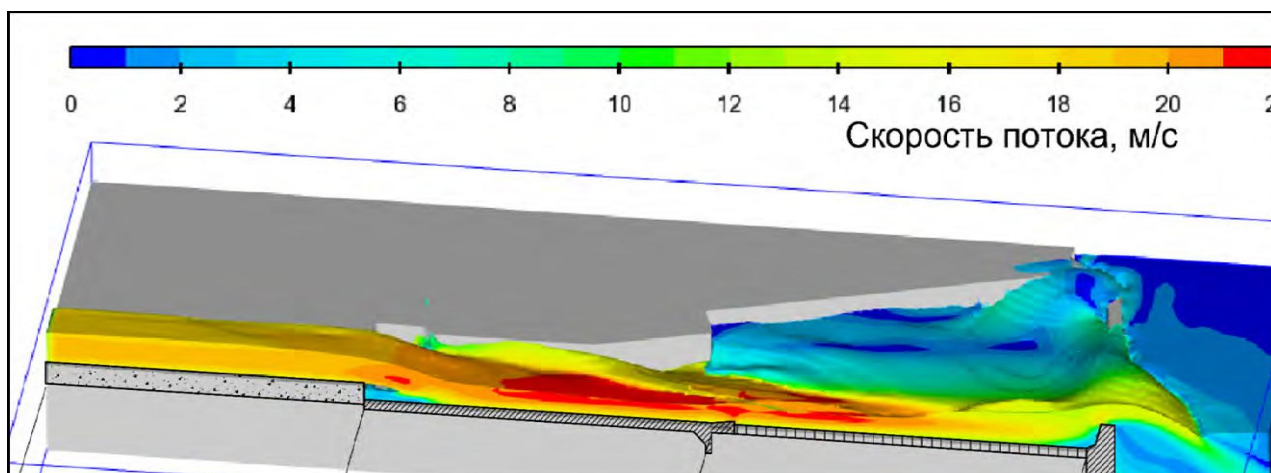


Рисунок 8. Вариант 2. Гидравлическая картина течения вдоль потока. Колебание струи 21-30 сек.

Figure 8. Option 2. Hydraulic flow pattern along the stream. Jet oscillation 21-30 sec.

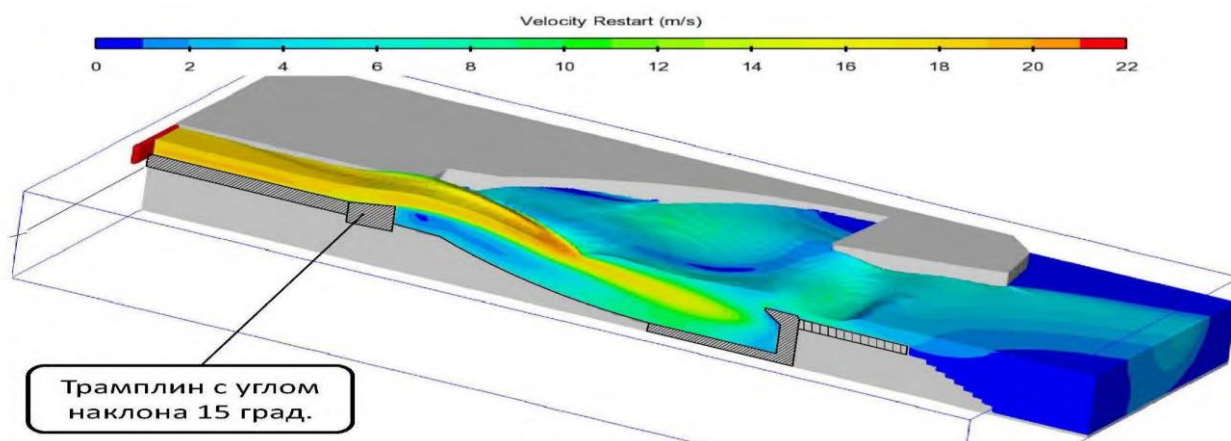


Рисунок 9. Вариант 3. Гидравлическая картина течения вдоль потока
Figure 9. Option 3. Hydraulic flow pattern along the stream

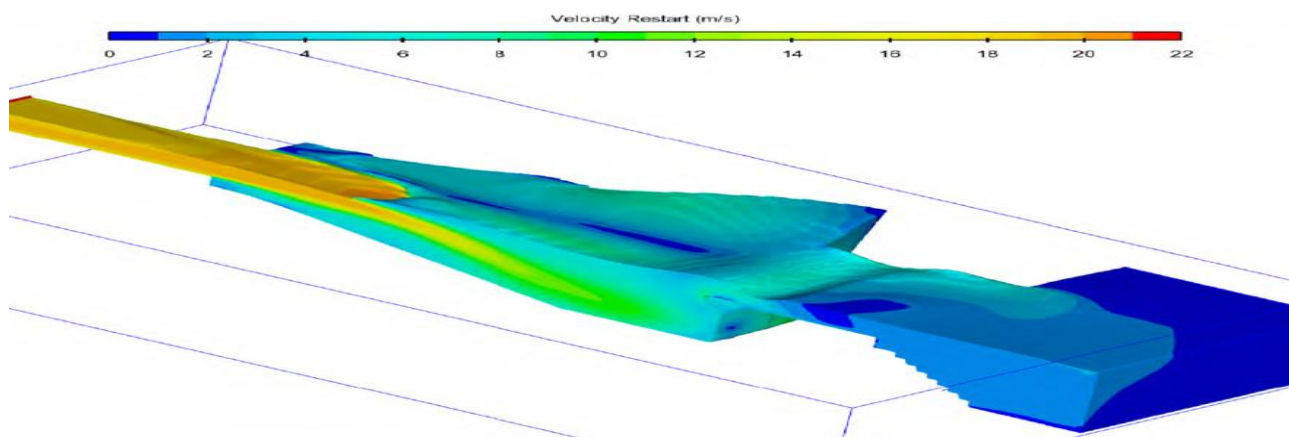
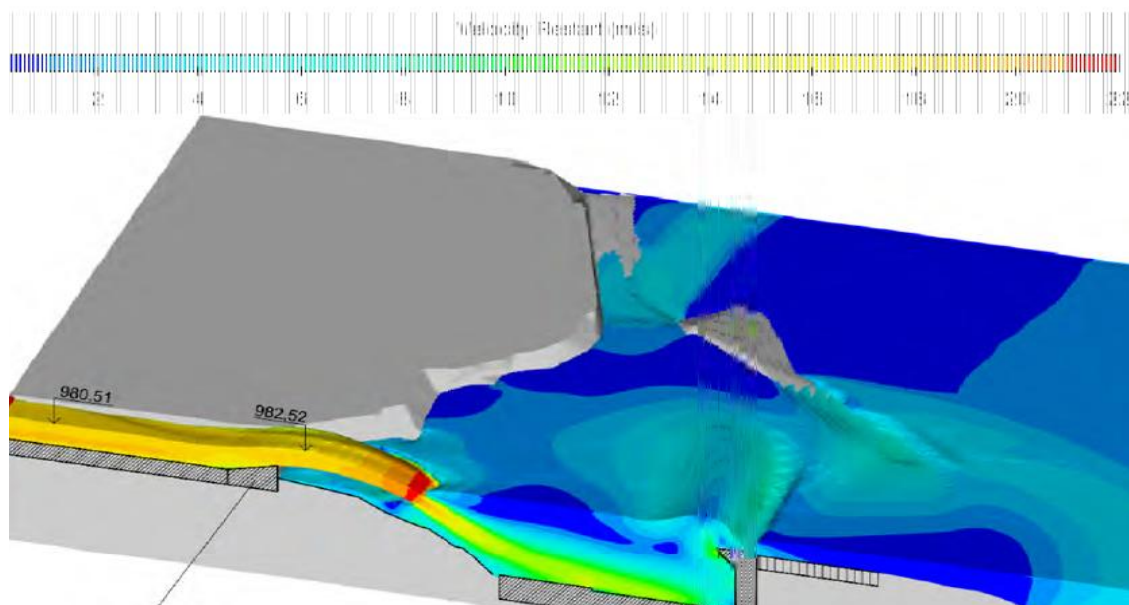


Рисунок 10. Вариант 4. Гидравлическая картина течения вдоль потока
Figure 10. Option 4. Hydraulic flow pattern along the stream



Выводы: Предполагаемая к реализации конструкция временного концевого сооружения (вариант 4) для пропуска паводка расходов не более $1450 \text{ м}^3/\text{с}$ обеспечивает гашение энергии донным гидравлическим прыжком до водобойной стенки. Максимальный уровень воды в колодце $977,7 \text{ м}$.

Скорости на водобойной плите не более 15 м/с , над водобойной стенкой $8-10 \text{ м/с}$, в примыканиях к откосам скалы $4-5 \text{ м/с}$. Рекомендованный вариант позволяет обойтись минимумом необходимых работ для безопасного пропуска паводка через гидротехнический тоннель СТ-3 Рогунской ГЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. П 46-89. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций (без предварительного напряжения) гидротехнических сооружений к СНиП 2.06.08-87. Л.: ВНИИГ, 1991.
2. Руководство по проектированию гидротехнических туннелей. -М.: Гидропроект им. С.Я. Жука, 1982.
3. Рогунская ГЭС на р. Вахш в Республике Таджикистан. Доработка проекта строительства. Строительный туннель №3. Комплект чертежей 1900-22-11. М.: Институт Гидропроект, 2012.
4. Рогунская ГЭС на р. Вахш. Отводящий туннель ГЭС агрегатов №1, 2, 3, обделка типа 7. Комплект чертежей 1079-14-59. Ташкент: Гидропроект, 1987.
5. Рогунская ГЭС на р. Вахш в Республике Таджикистан. Строительный туннель №3, подходной туннель ПТ-2. Комплект чертежей RG-СТ3-ROC-004-R3. Тегеран: «Тоно Энерджи Байналмилал», 2014.
6. СП 58.13330.2012 / СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.
7. СП 41.13330.2012 / СНиП 2.06.08-87. Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений.
8. СП 102.13330.2102 / СНиП 2.06.09-84. Туннели гидротехнические.
9. СП 14.13330.2011 / СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.
10. Хасанов Н.М. Выбор конструкции обделки СТ-3 Рогунской ГЭС в зоне пересечения Ионахшского разлома / Н.М. Хасанов, М.Х. Мехрубонов, М.Р. Джуракулов // Вестник, ТНУ. -Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук, 2024. -№1. –С.49-57.

ТАВСИЯҶОИ МУВАҚҚАТИИ КОНСТРУКСИЯҶОИ ИТМОИИ ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКИИ СТ-3-И НБО РОГУН

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти гидравликии қитъаи охири муваққати СТ-3 дар модели адабии сеченака оварда шудаанд. Барои ҳалли муодилаҳои ҳаракати моеъ, барномаи таъминоти мавҷуда барои гидродинамикаи умумии ҳисоббарорӣ (динамикаи флуди компютерии CFD) истифода шуд.

Дар ҷараёни таҳқиқоти гидравликии 4 варианти иншооти муваққати охири СТ-3 барои имконияти гузаронидани обҳои боришот баррасӣ шуд. Таҳлили пешакии таҳқиқоти гузаронидашуда оид ба гузариши ҳадди ниҳии ҷараёни $Q_{\text{СТ-3}}=1450 \text{ м}^3/\text{с}$ аз иншооти муваққати охири нақби сохтмони СТ-3

барои ҳамаи чор вариант нишон дод, ки варианти 4 барои имконияти гузаронидани обҳои боришот бо суръати на бештар аз 1450 м³/с камшавии оптималии энергияро тавассути ҷаҳиши гидравликии поён ба девори об таъмин мекунад.

Калидвожаҳо: нақб, обқабулқунанда, гузаронидани обҳои боришот, чоҳ, об, қитъаи обпарто, модел, энергия, трамплин.

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВОГО СООРУЖЕНИЯ СТ-3 РОГУНСКОЙ ГЭС

В статье приведены результаты гидравлических исследований временного концевого участка СТ-3 на трехмерной численной модели. Для решения уравнений движения жидкости использовалось существующее программное обеспечение для вычислительной гидродинамики общего назначения (CFD-Computational fluid dynamics).

В процессе гидравлических исследований были рассмотрены 4 варианта временного концевого сооружения СТ-3 для возможности пропуска паводка. Предварительный анализ выполненных исследований пропуска максимального расхода $Q_{СТ-3}=1450$ м³/с через временное конечное сооружение строительного тоннеля СТ-3 для всех четырех вариантов показал, что вариант 4 для пропуска паводка при расходах не более 1450 м³/с обеспечивает оптимальное гашение энергии донным гидравлическим прыжком до водобойной стенки.

Ключевые слово: тоннель, водоприемник, пропуск паводка, колодец, вода, участок водосброса, модель, энергия, трамплин.

TEMPORARY RECOMMENDATIONS ON THE DESIGN OF END STRUCTURE ST-3 OF ROGUNSKAYA HYDROELECTRIC POWER PLANT

The paper presents the results of hydraulic investigations of the temporary end section of ST-3 on a three-dimensional numerical model. The existing software for computational fluid dynamics (CFD-Computational fluid dynamics) was used to solve the equations of fluid motion.

In the process of hydraulic studies, 4 variants of temporary end structure ST-3 were considered for flood passage capability. Preliminary analysis of the performed studies of the passage of the maximum flow rate $Q_{СТ-3}=1450$ м³/s through the temporary end structure of the construction tunnel ST-3 for all four variants showed that variant 4 for flood passage at flow rates not exceeding 1450 м³/s provides optimum energy dissipation by bottom hydraulic jump to the culvert wall.

Keywords: tunnel, intake, flood passage, well, water, spillway section, model, energy, springboard.

Маълумот дар бораи муаллифҳо: *Мехрубонов Мирзоҳайт Ҳасанович* - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ, унвонҷӯ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Айни, 14А. Телефон: **989-99-74-64**

Ҳасанов Нуралӣ Мамедович – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессори кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **988-89-95-75**

Зардаков Шерафкан Шералиевич - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ассистенти кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **307-77-77-01**

Сведения об авторах: *Мехрубонов Мирзохайт Хасанович* - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана **Адрес:** 734042, г. Душанбе, республика Таджикистан, улица Айни, 14А. Телефон: **989-99-74-64**

Хасанов Нурали Мамедович – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор технических наук, и.о. профессора кафедры основания, фундаменты и подземные сооружения. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **988-89-95-75**

Зардаков Шерафкан Шералиевич – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, ассистент кафедры основания, фундаменты и подземные сооружения. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **307-77-77-01**

Information about the authors: *Mehrubonov Mirzokhayot Khasanovich* - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Ayni Street, 14A. Phone: **989-99-74-64**

Khasanov Nurali Mamedovich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Doctor of Technical Sciences, Acting Professor of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **988-89-95-75**

Zardakov Sherafkan Sheralievich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Assistant of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **307-77-77-01**

УДК: 624.014.15 (575.3)

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ЦЕМЕНТОВ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ГЛИЕЖА ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Саидзода Дж.Х., Мирджамолов А.М., Джуракулов М.Р., Саидов Х.Х.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Введение. Динамический модуль упругости образцов, изготовленных из портландцементов повышенной стойкости с добавкой от 20 до 50% глиежа Фан-Ягнобского месторождения, определялся так называемым «резонансным» методом.

Испытуемый образец в виде призмы размером 4×4×16см закреплялся в горизонтальном положении на двух опорах, находящихся на расстоянии 4 см от торцов.

Колебания от звукового генератора, изготовленного в НИИОргстроме, с помощью иглы, укрепленной на диффузоре электродинамического громкоговорителя 1ГД-2, подводились в центре образца. Колебания образца снимались с помощью звукоснимателя.

Колебания со звукового генератора и звукоснимателя подавались соответственно на горизонтальные и вертикальные отклоняющие пластины осциллографа 30-7. Изменяя частоту генерируемых колебаний, добивались появления на экране осциллографа Фигуры Лиссажу в виде эллипса. Это свидетельствовало о том, что образец колеблется с резонансной частотой, равной частоте подводимых колебаний.

Материалы и методы исследования. В данном исследовании использовались следующие основные материалы:

- клинкер Душанбинского цементного завода;
- двуводный гипс Душанбинского месторождения;
- лесс Душанбинского месторождения;
- глиеж Фан- Ягнобского месторождения.

Для определения показателей модуля упругости, прочности при сжатии и изгибе были изготовлены образцы - балочки из цементного раствора 1:3 (цемент: вольский песок) при водоцементном отношении не менее 0,4.

Образцы в формах хранили сутки в ванне с гидравлическим затвором, по истечении этого срока образцы расформировывали и укладывали в ванны с водой. После 14 дней хранения часть образцов - балочек переносилась в 5% раствор сернокислого натрия.

Испытание образцов производилось в намеченные сроки испытания.

Изучение модуля упругости цементов в агрессивной среде производилось по методике, предложенной Кинд В.А. [8] и Киндом В.В. [9].

Зная резонансную частоту и объемный вес образца, подсчитывали модуль упругости по формуле:

$$E = \frac{4 f_o^2 \times l^2 \rho}{g \times 10^3}, \quad \text{кг / см}^2 \quad (1)$$

где: E – динамический модуль упругости;

f_o – резонансная частота колебаний образца;

l – длина образца, см;

ρ – объемный вес образца;

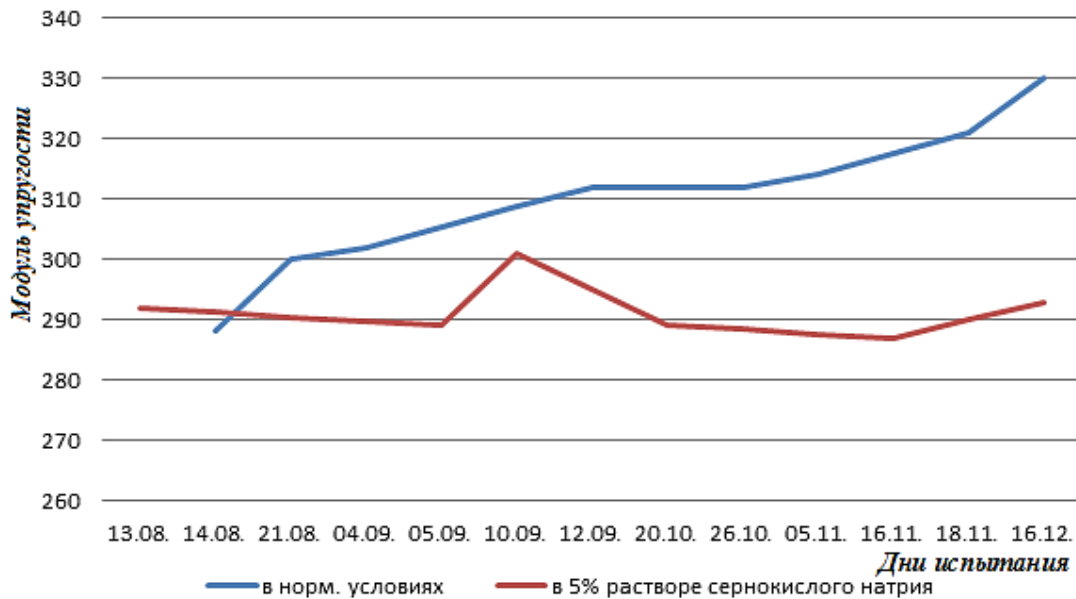
g – ускорение силы тяжести.

Результаты исследования. В возрасте 90 и 180 дней образцы - балочки испытывались на изгиб на рычажном приборе. Полученные при испытании половинки испытывались на гидравлическом 50-тонном прессе на сжатие.

Результаты испытаний занесены в таблице 1 и 2.

Рисунок 1. Зависимость модуля упругости исходного клинкера при хранении образцов в воде и сульфатной среде

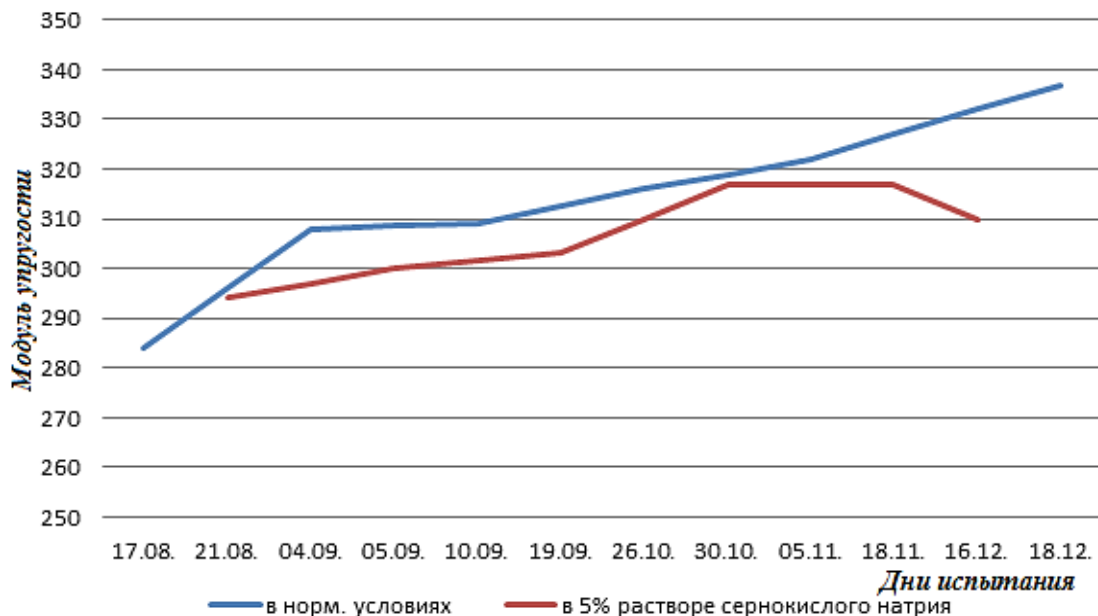
Figure 1. Dependence of the elastic modulus of the original clinker when storing samples in water and sulfate media



Из данных таблицы 1 и графика 1 можно сделать вывод, что происходит снижение модуля упругости при хранении образцов в 5% растворе сернокислого натрия исходного клинкера до 11,2%.

Рисунок 2. Зависимости модуля упругости портландцемента при хранении образцов в воде и сульфатной среде

Figure 2. Dependence of the elastic modulus of Portland cement when storing samples in water and sulfate environment



Из данных таблицы 1 и графика 2 можно сделать вывод, что снижение модуля упругости при хранении образцов в сульфатной среде составляет 8%.

Таблица 1. Определение модуля упругости образцов при хранении в нормальных условиях и сульфатной среде
Table 1. Determination of the elastic modulus of samples when stored under normal conditions and in a sulfate environment

№№ п/п	Состав в процентах				Дата испы- тания	Модуль упругости образцов, хранившихся в нормальных условиях $E \cdot 10^3$	Дата испы- тания	Модуль упругости образцов, хранившихся в 5% растворе сернокислого натрия $E \cdot 10^3$
	Клин- кер	Гипс двувод- ный	Лесс	Глиеж Фан- Ягнобски й	Дата испыта- ния	Модуль упругости образцов при хранении в нормальных условиях и сульфатной среде	Дата испыта- ния	Модуль упругости образцов, хранившихся в 5%растворе сернокислого натрия $E \cdot 10^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	96	4	-	-	-	-	-	-
1	96	4	-	-	14/VIII	288	13/VIII	292
	96	4	-	-	21/VIII	300	-	-
	96	4	-	-	4/IX	302	5/IX	289
	96	4	-	-	12/IX	312	10/IX	301
	96	4	-	-	26/X	312	20/X	289
	96	4	-	-	5/XI	314	16/XI	287
	96	4	-	-	18/XI	321	-	-
	96	4	-	-	16/ XII	330	16/ XII	293
2	86	4	10	-	17/VIII	284	-	-
	86	4	10	-	21/VIII	296	21/VIII	294
	86	4	10	-	4/IX	308	5/IX	300
	86	4	10	-	10/IX	309	19/IX	303
	86	4	10	-	26/X	316	30/X	317
	86	4	10	-	5/XI	322	18/XI	317
	86	4	10	-	18/XII	337	16/XII	310
3	66	4	-	30	25/VII	282	-	-
	66	4	-	30	31/VII	285	-	-
	66	4	-	30	1/VIII	288	13/VIII	297
	66	4	-	30	21/VIII	292	-	-
	66	4	-	30	4/IX	297	7/IX	304
	66	4	-	30	10/IX	302	24/IX	303
	66	4	-	30	26/X	302	1/X	305
	66	4	-	30	5/XI	309	1/XI	302
	66	4	-	30	-	-	12/XI	300

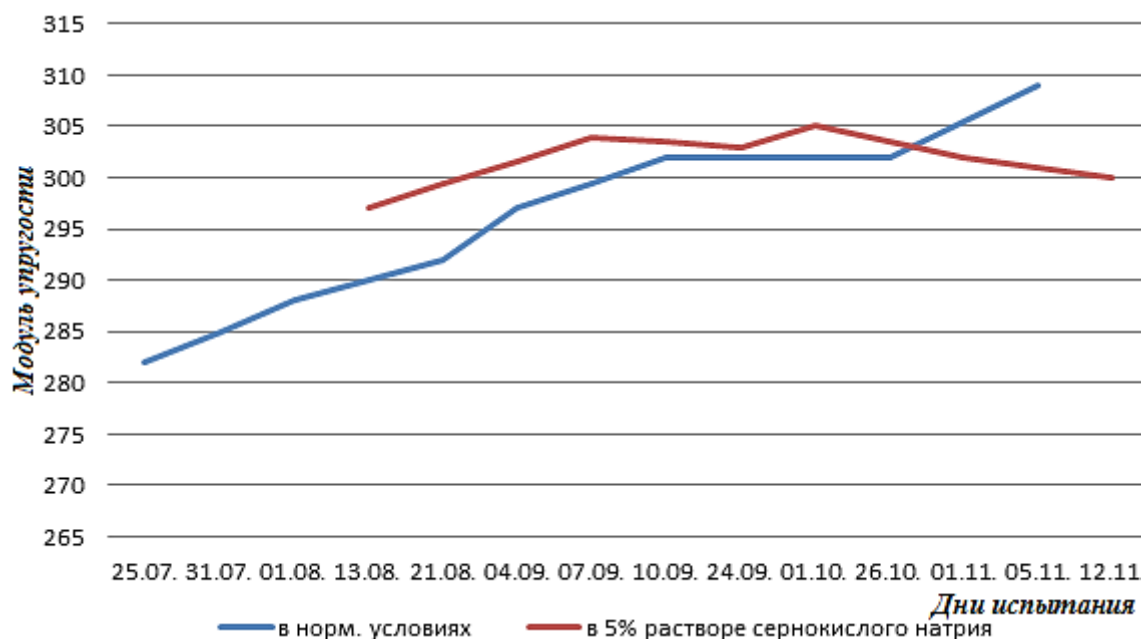
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	56	4	-	40	26/VIII	258	-	-
	56	4	-	40	31/VII	259	-	-
	56	4	-	40	1/VIII	263	-	-
	56	4	-	40	13/VIII	278	13/VIII	272
	56	4	-	40	4/IX	278	5/IX	284
	56	4	-	40	19/IX	290	17/IX	283
	86	4	10	40	26/X	296	1/X	284
	86	4	10	40	5/XI	304	31/X	286
	86	4	10	40	-	-	6/XI	283
5	46	4	-	50	21/VI	244	-	-
	46	4	-	50	27/VII	253	-	-
	46	4	-	50	30/VII	257	-	-
	46	4	-	50	1/VIII	258	1/VII	254
	46	4	-	50	21/VIII	273	13/VIII	263
	46	4	-	50	4/IX	282	5/IX	279
	46	4	-	50	10/IX	283	10/IX	291
	46	4	-	50	8/X	283	8/X	283
	46	4	-	50	26/X	287	31/X	287
	46	4	-	50	5/XI	289	6/XI	287
	46	4	-	50	18/XI	300	16/XII	298
	46	4	-	50	-	307	-	-

Таблица 2. Испытание образцов-балочек на прочность при сжатии и изгибе (хранение образцов в воде и сульфатной среде)
Table 2. Testing of beam samples for compressive and bending strength (storage of samples in water and sulfate environment)

№№ п/п	Состав в процентах				Хранение в нормальных условиях				Хранение в сульфатной среде			
	Клин-кер	Гипс двувод-ный	Лесс	Глиез Фан-Ягнобский	на сжатие в кг/см ²		на изгиб кг/см ²		на сжатие кг/см ²		на изгиб кг/см ²	
					90-дней	180-дней	90-дней	180-дней	90-дней	180-дней	90-дней	180-дней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	11	13
1	96	4	-	-	8432	481	83,0	87,7	448	367	80,1	73,1
2	86	4	10	-	438	442,5	64,4	69,5	476	326	75,4	70,2
3	66	4	-	30	462	475	75,7	80,7	436	467	89,7	85,9
4	56	4	-	40	367	416	73,4	73,7	419	412	80	68,4
5	46	4	-	50	381	430	70,9	75,4	370	427	76,0	73,1

Рисунок 3. Зависимости модуля упругости пуццоланового портландцемента с добавкой 30% глиежа при хранении образцов в воде и сульфатной среде

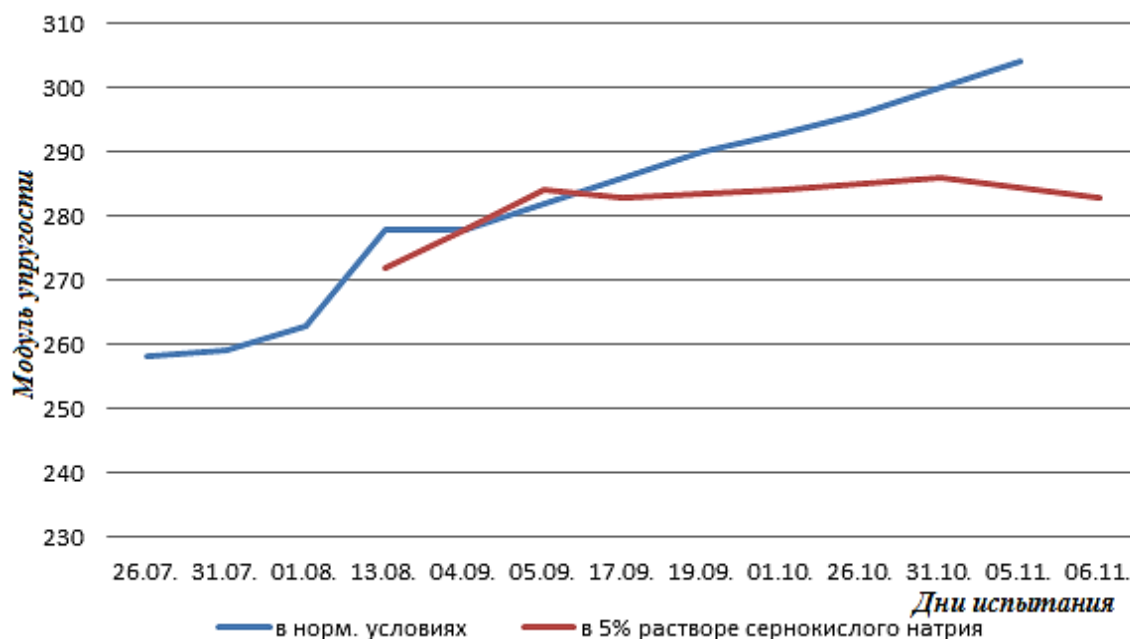
Figure 3. Dependence of the modulus of elasticity of pozzolanic Portland cement with the addition of 30% gliеja when storing samples in water and a sulfate environment



Из данных таблицы 1 и графика 3 можно сделать вывод, что снижение модуля упругости образцов в 5% растворе серноокислого натрия составляет 3,5%.

Рисунок 4. Зависимости модуля упругости пуццоланового портландцемента с добавкой 40% глиежа Фан-Ягнобского месторождения при хранении в воде и сульфатной среде

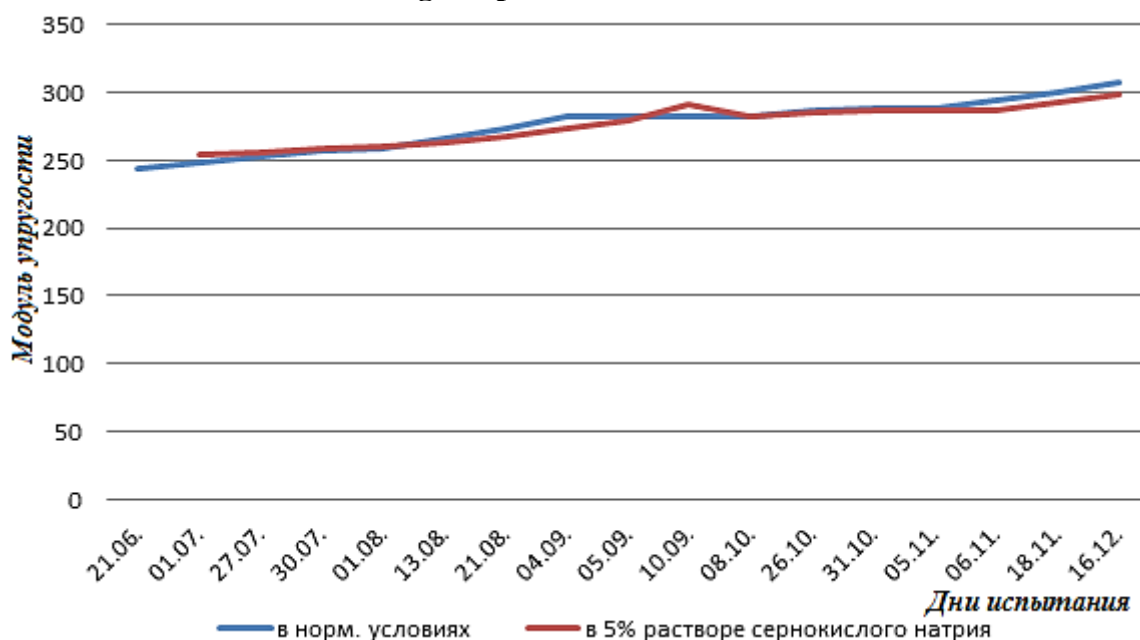
Figure 4. Dependences of the elastic modulus of pozzolanic Portland cement with the addition of 40% gliеja from the Fan-Yagnob deposit when stored in water and a sulfate environment



Из данных таблицы 1 и графика 4 можно сделать вывод, что снижение модуля упругости образцов по сравнению с модулем упругости образцов, хранившихся в нормальных условиях, составляет 6%.

Рисунок 5. Зависимости модуля упругости пуццоланового портландцемента с 50% глиежа при хранении образцов в воде и сульфатной среде

Figure 5. Dependence of the elastic modulus of pozzolanic Portland cement with 50% gliège when storing samples in water and sulfate media



Из данных таблицы 1 и графика 5 можно сделать вывод, что снижение модуля упругости образцов по сравнению с модулем упругости образцов, хранившихся в нормальных условиях, составляет 2,5%.

Заключение. Из результатов таблиц 1, 2 и графиков 1 - 5 можно сделать следующие выводы, что снижение модуля упругости образцов, изготовленных из пуццолановых портландцементов с добавкой от 30 до 50% глиежа Фан-Ягнобского месторождения при хранении в 5% растворе серноокислого натрия по сравнению с образцами, хранившимися в воде, составляет:

1. Для исходного клинкера на 11,2%;
2. Для портландцемента с добавкой 10% лесса на 8%;
3. При добавке 30% глиежа Фан-Ягнобского месторождения до 3,5%;
4. При добавке 40% глиежа - до 6%;
5. При добавке 50% глиежа - до 2,5%.

Из данных исследования можно сделать вывод, что для пуццоланового портландцемента с добавкой глиежа Фан-Ягнобского месторождения при хранении в 5% растворе серноокислого натрия практически не наблюдается снижения модуля упругости.

ЛИТЕРАТУРА

12. Бутт Ю.М. Сульфатированные романцементы / Ю.М. Бутт, В.В. Мышляева // Сборник трудов РОСГипрогипс, 4, 15, 1947 год.
13. Галкина Г.В. Пробужденный бетон на основе горелых пород и извести / Г.В. Галкина, А.И. Милоградская // Труды Института химии АН УзССР, 4, 63, 1953 год.
14. Goslich D. Zement / D. Goslich. 36, 37с. 1923 год.
15. ГОСТ 4798 -49 «Бетон гидротехнический».
16. Канцпольский И.С. Глиеж - как активная минеральная добавка / И.С. Канцпольский. -Ташкент: Издательство АН УзССР, 1958.
17. Цементы на местном сырье / И.С. Канцпольский, М.И. Мясинченко, Г.В. Галкина, М.С. Жабицкий // Сборник, АН УзССР. -Ташкент, 5. -1959.
18. Карлсон К.Н. Гидравлические свойства обожженных при разных температурах: автореферат №22 / К.Н. Карлсон. -Рига, 1956.
19. Кинд В.А. Специальные цементы / В.А. Кинд. -ММ, 1932.
20. Кинд В.В. Действие на цементы растворов серноокислых солей, близких по концентрации к природным водам, содержащим эти соли / В.В. Кинд // Пуццолановые цементы. Труды комиссия по добавкам. -Ленинград, 1936.

21. Кинд В.В. Коррозия бетона и меры борьбы с ней / В.В. Кинд // Труды конференции. –М.: АН СССР, 1954. -35 с.
22. Кинд В.В. Методика ускоренного определения стойкости цементов в отношении минерализованных вод / В.В. Кинд // Пуццолановые цементы. Труды комиссии по добавкам. Издание Всесоюзного научно-исследовательского института по добавкам. –Ленинград, 1963.
23. Коган Л.С. Цементы для гидротехнического строительства / Л.С. Коган, М.Г. Рушук // Труды Гипроцемента. - 1949.
24. Study of use of fly-ash in paste form, Transactions of the Japan, Society of Civil Engineers / М. Kokubu, М. Mimura, I. Ueno, Н. Hosoya. –Токуо, 1961. -№71.
25. Минас А.И. Труды конференции по коррозии бетона и мерам борьбы с ней / А.И. Минас. -М., 1954. -231.
26. Москвин В.М. Коррозия бетона / В.М. Москвин. -М., 1952.
27. Мощанский Н.А. Плотность и стойкость бетонов / Н.А. Мощанский. -М.: Госстройиздат, 1951.
28. Рояк С.М. Пуццолановые цементы / С.М. Рояк // Сборник ВНИЦ. - 1936.
29. Рояк С.М. Пути получения высокосортного пуццоланового портландцемента / С.М. Рояк // Труды комиссии по добавкам. –Ленинград, 1936.
30. Справочник по растворимости солевых систем. -М.: Госхимиздат, 1953. -293 с.
31. Стольников В.В. Бетон в строительстве больших плотин Японии / В.В. Стольников // Гидротехническое строительство. – 1961. -№9.

ТАҲҚИҚОТИ МОДУЛИ ЧАНДИРИИ СЕМЕНТҲОИ ПУТССОЛАНИИ ДАР АСОСИ ГЛИЕЖИ КОНИ ФОН-ЯҒНОБ БАДАСТОВАРДАШУДА ДАР ҲОЛАТИ НИГОҲДОРИИ ОН ДАР МУҲИТИ БАД

Дар мақолаи мазкур муайянкунии модули динамикии чандирии намунаҳои бо усули «резонансӣ» санҷидашуда, ки аз портландсементи путссоланӣ бо иловагиҳои глиежи кони Фон-Яғноби Ҷумҳурии Тоҷикистон тайёр шудааст, баррасӣ карда мешавад. Барои муайян намудани нишондоди модули чандирӣ, мустаҳкамӣ дар ҳолати фишордиҳӣ ва хамшавӣ, намунаҳои болорча аз маҳлулҳои сементӣ тайёр карда шуда буданд. Намунаҳоро дар қолаб як шубонарӯз дар ваннаи бо ҷумаки гидравликӣ нигоҳ дошта шуда, то гузаштани ин муҳлат намунаҳоро аз қолаб ҷудо карда, дар даруни ваннаи обдор гузошта шуданд. Баъд аз 14 рӯзи нигоҳдорӣ қисми намунаҳои болорчаҳо ба маҳлули 5% кислотаи сульфати натрий гузаронида шуд. Санҷиши намунаҳо дар муҳлати 90 ва 180 рӯз иҷро карда шуданд.

Калидвожаҳо: глиеж, портландсемент, намунаҳо, путссоланӣ, болорчаҳо, иловагӣ, модули чандирӣ, маҳлул, мустаҳкамӣ, фишордиҳӣ, хамшавӣ, қолабҳо, таркиб, кон, клинкер, муҳити сульфатӣ, шароит.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ЦЕМЕНТОВ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ГЛИЕЖА ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

В данной работе рассматривается определение динамического модуля упругости образцов «резонансным» методом, изготовленных из пуццолановых портландцементов с добавкой глиежа Фан-Ягнобского месторождения Республики Таджикистан. Для определения показателей модуля упругости, прочности при сжатии и изгибе были изготовлены образцы - балочки из цементного раствора. Образцы в формах хранили сутки в ванне с гидравлическим затвором, по истечении этого срока образцы расформировывали и укладывали в ванны с водой. После 14 дней хранения часть образцов - балочек переносилась в 5% раствор сернокислого натрия. Испытание образцов производилось в возрасте 90 и 180 дней.

Ключевые слова: глиеж, портландцемент, образцы, пуццолановый, балочки, добавка, модуль упругости, раствор, прочность, сжатие, изгиб, формы, состав, месторождения, клинкер, сульфатная среда, условия.

STUDY OF THE ELASTIC MODULE OF CEMENTS WITH INCREASED RESISTANCE OBTAINED BASED ON GLIEZH OF THE FAN-YAGNOBSKOE DEPOSIT IN AN AGGRESSIVE ENVIRONMENT

This paper discusses the determination of the dynamic modulus of elasticity of samples by the "resonance" method, made from pozzolanic Portland cements with the addition of gliezh of the Fan-Yagnob field, the Republic of Tajikistan. To determine the indicators of the modulus of elasticity, compressive strength and bending, samples were made - beams from cement mortar. Samples in molds were stored for 24 hours in a bath with a hydraulic seal; after this period, the samples were disassembled and placed in baths with water. After 14 days of storage, part of the samples - beams was transferred to a 5% solution of sodium sulfate. Samples were tested at 90 and 180 days of age.

Keywords: gliezh, Portland cement, samples, pozzolanic, beams, additive, modulus of elasticity, solution, strength, compression, bending, shapes, composition, deposits, clinker, sulphate medium, conditions.

Маълумот дар бораи муаллиф: Саидзода Ҷамшед Ҳамро – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи масолеҳҳо, технология ва ташкили сохтмон. Суроға: 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Мирҷамолов Абдуҷалил Мирҷамолович – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ассистенти кафедраи масолеҳҳо, технология ва ташкили сохтмон. Суроға: 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 93-546-11-35. E-mail: mirdzamolov1949@mail.ru

Чуракулов Муродали Роҳатович – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ассистенти кафедраи масолахҳо, тенология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 918-69-50-40. E-mail: murodali1969@gmail.ru
Саидов Хуршед Ҳамидуллоевич – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, муаллими калони кафедраи масолахҳо, тенология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 919-98-01-55. E-mail: Said-0785@mail.ru

Сведения об авторах: Саидзода Джамшед Хамро – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, доктор технических наук, профессор кафедры материалы, технология и организация строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, ассистент кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 935-46-11-35. E-mail: mirdzamolov1949@mail.ru

Джуракулов Муродали Роҳатович – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, ассистент кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 918-69-50-40. E-mail: murodali1969@gmail.ru

Саидов Хуршед Ҳамидуллоевич – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, ассистент кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 919-98-01-55. E-mail: Said-0785@mail.ru

Information about the authors: Saidzoda Jamshed Hamro – Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Materials, Technology and Construction Organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Mirjamolov Abdjalil Mirjamolovich – Technical University of Tajikistan named after academician M.S. Osimi, assistant of the department of materials, tenology and construction organization. **Address:** 734042, Dushanbe city, Republic of Tajikistan, Academician Rajabovho street, 10. Phone: (+992) 93-546-11-35. E-mail: mirdzamolov1949@mail.ru

Jurakulov Murodali Rohatovich – Technical University of Tajikistan named after academician M.S. Osimi, assistant of the department of materials, tenology and construction organization. **Address:** 734042, Dushanbe city, Republic of Tajikistan, Academician Rajabovho street, 10. Phone: (+992) 918-69-50-40. E-mail: murodali1969@gmail.ru

Saidov Khurshed Khamidulloevich – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, assistant at the department of materials, technology and construction organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 919-98-01-55. E-mail: Said-0785@mail.ru

MODELING ENVIRONMENTAL RISKS IN ANALYZING TAJIKISTAN'S IRRIGATION SYSTEMS

Muminov P.J.

TTU named after academician M. S. Osimi

Introduction. Tajikistan, a country predominantly characterized by its mountainous terrain, heavily relies on its irrigation systems to sustain its agricultural sector. Agriculture, being a critical component of the national economy, depends on the effective management of water resources. The impacts of climate change, such as altered precipitation patterns and increased temperatures, pose significant challenges to these irrigation systems. Understanding and modeling environmental risks is essential for developing strategies to mitigate adverse effects and ensure the sustainability of Tajikistan's agriculture (2).

Climate Change and Water Resources in Tajikistan. Tajikistan is experiencing a noticeable impact of climate change on its water resources. Glacial melt, changes in snowmelt patterns, and variability in river flows are critical factors influencing water availability. The increased frequency and intensity of extreme weather events, such as floods and droughts, exacerbate the vulnerabilities of the irrigation infrastructure. As a result, there is a pressing need to assess and model these environmental risks to inform policy and adaptive measures.

Environmental Risk Assessment in Irrigation Systems. Environmental risk assessment involves evaluating the potential adverse effects of environmental changes on irrigation systems (4). This process includes identifying hazards, assessing exposure, and determining the vulnerability of the system. Key factors to consider in this context are the physical condition of the infrastructure, the capacity for water storage and distribution, and the resilience of agricultural practices (1).

Hazard Identification. The primary hazards affecting Tajikistan's irrigation systems include:

- **Hydrological Hazards:** Changes in river discharge, glacial melt rates, and precipitation patterns.
- **Climatic Hazards:** Increased temperatures, heatwaves, and prolonged drought periods.
- **Geophysical Hazards:** Earthquakes and landslides that can damage infrastructure and disrupt water supply.

Exposure Assessment. Exposure assessment involves determining the extent to which irrigation systems are exposed to these hazards. This requires analyzing geographical data, historical weather patterns, and projecting future climate scenarios. Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing technologies are invaluable tools in this process, providing spatial and temporal data necessary for accurate modeling(5).

Vulnerability Assessment. Vulnerability assessment examines the susceptibility of irrigation systems to identified hazards. Factors influencing vulnerability include the age and maintenance status of infrastructure, the efficiency of water use, and the adaptive capacity of the agricultural sector. Socio-economic conditions, such as the availability of financial resources for repairs and upgrades, also play a crucial role.

Tables and Illustrations.

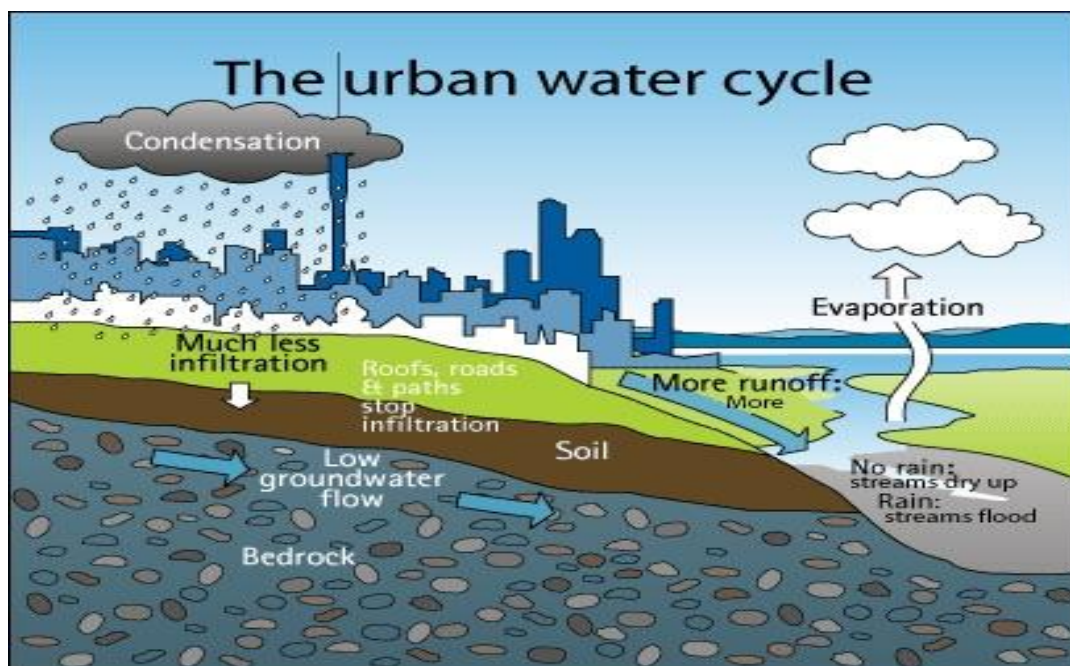
Table 1: Key Hazards Affecting Tajikistan's Irrigation Systems

Hazard Type	Description	Example Impact
Hydrological	Changes in river discharge, glacial melt rates, and precipitation patterns	Reduced water availability, flooding
Climatic	Increased temperatures, heatwaves, prolonged droughts	Water stress, crop failure
Geophysical	Earthquakes, landslides	Infrastructure damage, water supply disruption

Table 2: Vulnerability Factors of Irrigation Systems(7)

Factor	Description	Impact on Vulnerability
Infrastructure Age	Older infrastructure more prone to failure	Increased vulnerability
Water Efficiency	Efficiency of water use practices	Higher efficiency reduces vulnerability
Adaptive Capacity	Ability to adapt to changes	Higher capacity reduces vulnerability
Socio-economic	Availability of financial resources for repairs and upgrades	Limited resources increase vulnerability

Illustration Descriptions. Hydrological Cycle and Impact of Climate Change:



Source: National Geographics. <https://education.nationalgeographic.org/resource/urban-water-cycle-infographic/>

Figure 1. An infographic showing the hydrological cycle with added elements to illustrate how climate change impacts the water resources.

Case Study: Vakhsh River Basin The Vakhsh River Basin is one of Tajikistan's major river systems, providing water for extensive agricultural areas. A case study of this basin can illustrate the application of environmental risk modeling in irrigation systems.

Hydrological Assessment. The hydrological assessment of the Vakhsh River Basin involves analyzing historical flow data and projecting future scenarios using hydrological models. Changes in glacial melt and precipitation patterns are critical factors influencing the river's flow regime.

Year	Average Flow Rate (m ³ /s)	Precipitation (mm)	Temperature (°C)
2000	150	600	12
2010	145	580	12.5
2020	140	550	13
2030	135	530	13.5
2040	130	500	14

Climate Projections. Climate projections for the Vakhsh River Basin indicate a trend towards warmer temperatures and reduced snowpack, leading to altered seasonal flow patterns. These changes have significant implications for irrigation scheduling and water storage requirements.

Vulnerability Analysis. The vulnerability analysis considers the condition of the irrigation infrastructure, the efficiency of water use, and the capacity of local communities to adapt to changes. Key vulnerabilities identified include aging infrastructure, limited water storage capacity, and reliance on traditional irrigation practices (3).

Risk Mitigation Strategies. Based on the risk assessment, several mitigation strategies can be proposed:

- **Infrastructure Upgrades:** Investing in modernizing irrigation infrastructure to enhance resilience and efficiency.
- **Water Management Practices:** Implementing water-saving techniques and efficient irrigation methods, such as drip irrigation.
- **Community Training:** Providing training and resources to local communities to improve adaptive capacity and sustainable agricultural practices.
- **Policy Development:** Formulating policies that promote sustainable water use, investment in resilient infrastructure, and integration of climate projections into planning processes.

Conclusion. Modeling environmental risks in Tajikistan's irrigation systems is crucial for developing strategies to mitigate the impacts of climate change. By integrating hydrological and climate models, conducting thorough vulnerability assessments, and employing risk mapping techniques, we can identify priority areas for intervention. The case study of the Vakhsh River Basin exemplifies how these approaches can inform targeted actions to enhance the resilience and sustainability of Tajikistan's agriculture. Ensuring the continued productivity of irrigation systems amidst changing climatic conditions is vital for the country's food security and economic stability.

LITERATURE

1. Barnett, T.P., Adam, J.C., & Lettenmaier, D.P. (2005). Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*, 438(7066), 303-309.
2. Brooks, N., Adger, W.N., & Kelly, P.M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2), 151-163.
3. IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press.
4. Салохиддинов А.Т., Икрамов Р.К. Управление водными ресурсами / А.Т. Салохиддинов, Р.К. Икрамов. – Ташкент: ТИМИ, 2013. –209 с.
5. Kundzewicz, Z.W., Mata, L.J., Arnell, N.W., Döll, P., Jiménez, B., Miller, K.A., ... & Shiklomanov, I.A. (2007). Freshwater resources and their management. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 173-210). Cambridge University Press.
6. Lobell, D.B., & Burke, M.B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(11), 1443-1452.
7. Реализация принципов интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии и Кавказа. [Текст] // Проект Регионального Технического Консультативного Комитета Глобального Водного Партнерства для Центральной Азии и Кавказа. – 2004. -128 с.
8. Perelet, R., Pegov, S., & Khisamutdinov, E. (2007). Climate change and sustainable development in the Arctic: a case study of the Nenets autonomous okrug. *Climatic Change*, 82(1-2), 57-70.
9. Shiklomanov, I.A. (2000). Appraisal and assessment of world water resources. *Water International*, 25(1), 11-32.
10. Kobuliev Z.V. Ways to improve water use efficiency and optimal use of water [Текст] / Z.V. Kobuliev, I.I. Saidov // Association of Academies and Societies of Sciences in Asia (AASA) Regional Workshop on «The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution». -Bishkek, Kyrgyzstan, 2011. -P.53-57.

МОДЕЛСОЗИИ ХАВҶҶОИ ЭКОЛОГӢ ДАР ТАҲЛИЛИ СИСТЕМАҶОИ ОБӢРИИ ТОҶИКИСТОН

Бахши кишоварзии Тоҷикистон аз системаҳои ирригатсионӣ вобастагии зиёд дорад, ки бо таҳдидҳои афзоюндаи тағйирёбии иқлим рӯ ба рӯ ҳастанд. Намунаи тағйирёбии боришот, болоравии ҳарорат ва ҳодисаҳои шадиди обу ҳаво барои захираҳои об ва инфрасохтор ҳатарҳои ҷиддӣ эҷод мекунад. Ин мақола моделсозии ҳатарҳои экологии марбут ба тағйиротро бо тавачҷуҳ ба системаҳои ирригатсионӣ дар кишвар омӯхтааст. Тавассути муайянкунии ҳатар, таъсир ва арзёбии осебпазирӣ, таҳқиқоти ҳатарҳои калидӣ ба монанди ҳатарҳои гидрологӣ, иқлимӣ ва геофизикиро муайян мекунад. Бо истифода аз моделҳои гидрологӣ ва иқлимӣ, таҳқиқот сенарияҳои ояндаи дастрасии об ва устувории инфрасохторро тарҳрезӣ мекунад. Таҳқиқоти мисоли ҳавзаи дарёи Вахш татбиқи амалии ин моделҳоро нишон дода, осебпазирии инфрасохтори кӯҳна ва таҷрибаҳои анъанавии обёриро нишон медиҳад. Таҳқиқот стратегияҳои хоҳиш

додани таъсирро, аз чумла навсозии инфрасохтор, таҷрибаҳои самараноки идоракунии об, омӯзиши чома ва таҳияи сиёсатро барои баланд бардоштани устуворӣ пешниҳод мекунад. Таҳқиқот тавассути ҳамгирии харитасозии хатарҳо дар асоси GIS ва таҳлили ҳамачонибаи осебпазирӣ, чаҳорҷӯба барои афзалият додани барномаҳо ва таъмини устувории кишоварзии Тоҷикистон дар шароити мушкилоти иқлим пешниҳод мекунад. Ин кор аҳамияти тадбирҳои фальбро дар ҳифзи захираҳои об ва нигоҳ доштани ҳосилнокии кишоварзӣ дар шароити тағйирёбии иқлим таъкид мекунад.

Калидвожаҳо: тағйирёбии иқлим, арзёбии хатари экологӣ, системаҳои обёрӣ, моделҳои гидрологӣ, таҳлили осебпазирӣ, захираҳои об, стратегия, муқовимати кишоварзӣ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ТАДЖИКИСТАНА

Сельскохозяйственный сектор Таджикистана сильно зависит от ирригационных систем, которые сталкиваются с растущими угрозами изменения климата. Изменение режима выпадения осадков, повышение температуры и частые экстремальные погодные явления создают значительные риски для водных ресурсов и инфраструктуры. В данной статье исследуется моделирование экологических рисков, связанных с этими изменениями, с упором на ирригационные системы страны. Посредством выявления опасностей, оценки подверженности и уязвимости исследование определяет ключевые риски, такие как гидрологические, климатические и геофизические опасности. Используя гидрологические и климатические модели, исследователи прогнозируют будущие сценарии доступности воды и устойчивости инфраструктуры. Тематическое исследование бассейна реки Вахш демонстрирует практическое применение этих моделей, подчеркивая уязвимости в стареющей инфраструктуре и традиционных методах орошения. В исследовании предлагаются стратегии смягчения последствий, включая модернизацию инфраструктуры, эффективные методы управления водными ресурсами, обучение населения и разработку политики для повышения устойчивости. Путем интеграции картирования рисков на основе ГИС и комплексного анализа уязвимости исследование предлагает основу для определения приоритетности мер и обеспечения устойчивости сельского хозяйства Таджикистана в условиях климатических проблем. Эта работа подчеркивает важность превентивных мер по охране водных ресурсов и поддержанию продуктивности сельского хозяйства в условиях изменения климата.

Ключевые слова: изменение климата, оценка экологических рисков, ирригационные системы, гидрологические модели, анализ уязвимости, водные ресурсы, стратегия, устойчивость сельского хозяйства.

MODELING ENVIRONMENTAL RISKS IN ANALYZING TAJIKISTAN'S IRRIGATION SYSTEMS

Tajikistan's agricultural sector is highly dependent on irrigation systems, which face increasing threats from climate change. The altered precipitation patterns, rising temperatures, and frequent extreme weather events pose significant risks to water resources and infrastructure. This paper explores the modeling of environmental risks associated with these changes, focusing on the country's irrigation systems. Through hazard identification, exposure, and vulnerability assessments, the study identifies key risks such as hydrological, climatic, and geophysical hazards. Using hydrological and climate models, the research projects future scenarios for water availability and infrastructure resilience. A case study of the Vakhsh River Basin demonstrates practical applications of these models, highlighting vulnerabilities in aging infrastructure and traditional irrigation practices. The study proposes mitigation strategies including infrastructure upgrades, efficient water management practices, community training, and policy development to enhance resilience. By integrating GIS-based risk mapping and comprehensive vulnerability analysis, the research offers a framework for prioritizing interventions and ensuring the sustainability of Tajikistan's agriculture amidst climate challenges. This work underscores the importance of proactive measures in safeguarding water resources and maintaining agricultural productivity in the face of a changing climate.

Keywords: Climate Change, Environmental Risk Assessment, Irrigation Systems, Hydrological Models, Vulnerability Analysis, Water Resources, Mitigation Strategies, Agricultural Resilience.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Муминов Парвин Чурабекович* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, доктор Ph.D. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 938803005. E-mail: parvin.muminov@gmail.com

Сведения об авторе: *Муминов Парвин Джурабекович* – Таджикский технический университет имени М.С. Осими, доктор Ph.D. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 938803005. E-mail: parvin.muminov@gmail.com

Information about the author: *Muminov Parvin Juraevich* – Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Ph.D. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 938803005. E-mail: parvin.muminov@gmail.com

МУҚОВИМАТИ ГИДРАВЛИКИИ ҚУБУРҶО БАРОИ ҚАРАЁНИ БУҒИИ ҲАРАКАТКУНАНДА

Назаров С.М., Стерлигов В.А., Хуцаев П.С.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Муқаддима. Ҳаракати об ва омехтаи буғӣ дар қубури амудӣ, инчунин дар контури пӯшидаи гардиш, ки аз қисмҳои амудӣ ва уфуқӣ иборат аст, бо фарқияти зичии об ва омехтаи буғӣ таъмин карда мешавад. Ҳангоми ҳаракати маҷбурии омехтаи буғӣ, фарқияти фишор байни ду қисми ихтирии қубур метавонад ҳамчун чамъи таназзули фишор, ки дар натиҷаи амали қувваҳои фишор, бартараф кардани муқовиматҳои маҳаллӣ, суръатбахшӣ ва фишори гидростатикӣ ба вучуд меояд, ифода карда шавад.

Иҷрои кори таҳқиқотӣ. Дар ин мақола чӯзҳои пастшавии фишор дар қубур аз сабаби ҳаракати маҷбурии омехтаи буғӣ тасвир карда мешаванд. Пастшавии фишор аз якҷанд омилҳо ба амал меояд:

- Қувваҳои соиш: Онҳо аз таъсири мутақобилаи моеъ бо деворҳои қубур ба вучуд меоянд, ки боиси аз даст додани энергияи кинетикӣ мешаванд.
- Муқовиматҳои маҳаллӣ: инҳо монетаҳо ё нобаробарӣ дар дохили қубур мебошанд, ки метавонанд боиси тағйирёбии фишори иловагӣ шаванд.
- Шитоб: вақте ки моеъ аз қубур мегузарад, суръати он тағйир меёбад, ки метавонад боиси паст шудани фишори иловагӣ гардад.
- Фишори гидростатикӣ: ин пастшавии фишор аст, ки дар натиҷаи тағйирёбии баландии моеъ дар дохили қубур ба вучуд омадааст.

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{мс}} + \Delta P_{\text{ускор}} + \Delta P_{\text{нив}}, \text{ Н/м}^2 \text{ (Па)}. \quad (1)$$

Фишори нивелирӣ ҳамчун фарқияти фишори гидростатикӣ дар қиматҳои қубури мавриди назар муайян карда мешавад:

$$\Delta P_{\text{нив}} = g \cdot \rho_{\text{см}}'' \cdot \Delta h_{2-1}, \quad (2)$$

дар ин ҷо Δh_{2-1} – фарқияти аломатҳои геодезии қимати баромади 2 ва қимати вуруди 1 (маркази хунуккунӣ ва маркази гармидихӣ дар системаи гармидихӣ).

Дар ҳолате, ки қисми баромади 2 аз қисми вуруди 1 поёнтар ҷойгир аст, фишори нивелирӣ бузургии манфӣ мебошад. Барои қитъаҳои росткунҷа:

$$\Delta h_{2-1} = l \cdot \sin \alpha, \quad (3)$$

аз ин ҷо l – дарозии қисми қубур байни қисмҳои 2 ва 1, м;

α – кунҷи нишебӣ аз уфуқӣ, град;

$\rho_{\text{см}}''$ – зичии ҳақиқии омехтаи буғӣ, кг/м³.

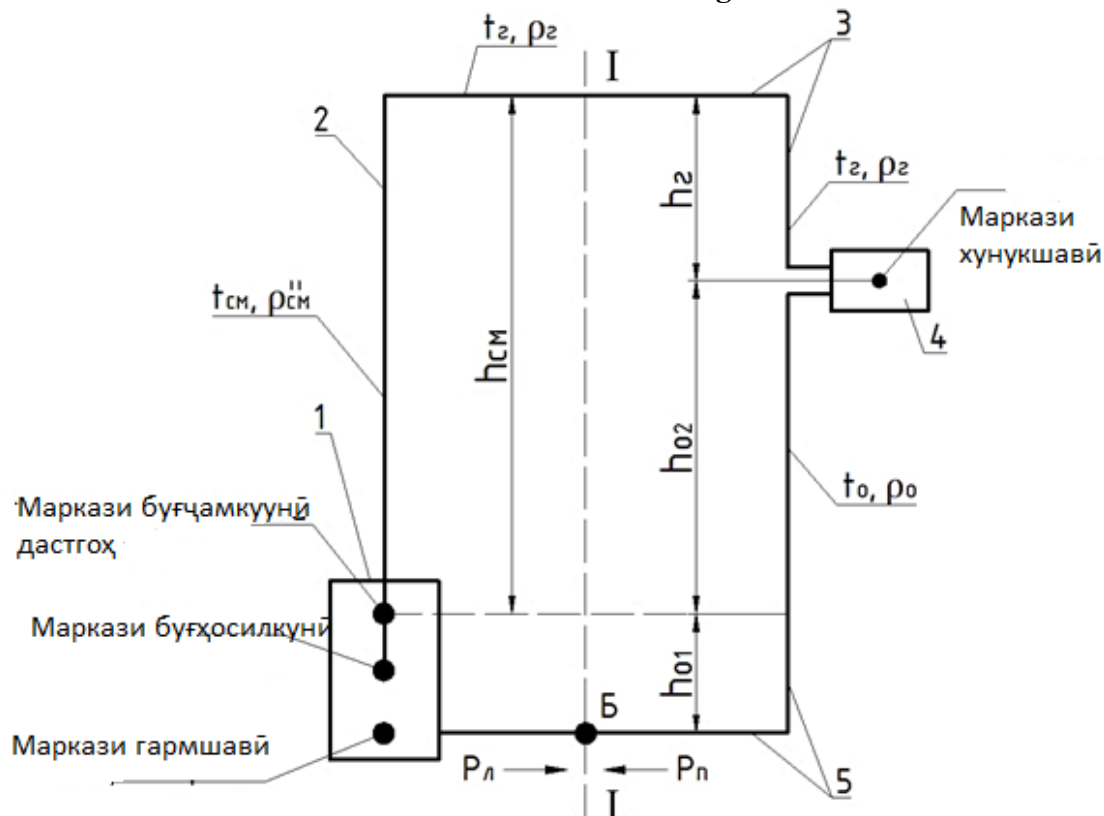
Зичии ҳақиқӣ аз рӯи формулаи (23):

$$\rho_{\text{см}}'' = (1 - \varphi) \cdot \rho' + \varphi \rho''.$$

Вақте зичии ҳақиқӣ дар доираи қисми мавриди назар аз сабаби конденсатсияи буғ (сардшавӣ) ё бухоршавӣ (гармшавӣ) ё аз сабаби таназзули зиёди фишор ба таври назаррас тағйир меёбад, пас фишори гидростатикӣ ҳамчун қисми ҷудонопазири шакл ба назар мерасад: Ин изҳорот вазъиятеро тасвир мекунад, ки зичии ҳақиқии моеъ дар доираи қисми қубур ба таври назаррас тағйир меёбад, масалан, ҳангоми конденсатсия ё бухоршавии буғ ё ҳангоми фарқияти зиёди фишор. Дар ин ҳолатҳо, фишори гидростатикӣ бузургии номувофиқ аст, балки бузургии тағйиребанда аст, ки аз мавқеи дохили қубур вобаста аст. Дар ин ҳолат, фишори гидростатикӣ ҳамчун интеграл аз градиенти фишор дар тули қубур ҳисобида мешавад.

$$\Delta P_{\text{нив}} = g \int_1^2 [\rho' \cdot (1 - \varphi) + \rho'' \varphi] \cdot \sin \alpha \cdot dl. \quad (4)$$

Расми 1. Схеми контури гардиши амудӣ
 Rasmi 1. Schemes and contours of gardishi amudi



1) генератори гармӣ; 2) кубури амудии омехтаи бугӣ-обӣ; 3) кубури оби гарм; 4) дастгоҳи гармидихӣ; 5) кубури оби хунуқшуда

Дар муодилаи (4) барои ин қисми кубур арзиши зичии омехтаро ҳамчун интеграл муайян мекунанд:

$$\rho_{cm}''^{cp.} = \frac{1}{l_{2-1}} \cdot \int_1^2 \rho_{cm}'' \cdot \sin \alpha \cdot dl, \quad (5)$$

ё ҳамчун маблағе, ки бо роҳи таксим кардани кубур ба n қитъа бо кунҷҳои якхела ё наздики майл ва миёнаи хаттӣ дар доираи ҳар ρ_{cm}'' як қитъа ба даст оварда шудааст:

$$\rho_{cm}''^{cp.} = \sum_1^n (\rho_{cm}'' i \cdot \sin \alpha_i \cdot l_i) / \sum_1^n l_i. \quad (6)$$

Барои ҳисобҳои тахминӣ ё дар сурати набудани маълумоти боэътимод дар бораи миқдори воқеии буғ ба ҷои зичии воқеии омехтаи буғӣ ҳангоми муайян кардани фишори гидростатикӣ параметрҳои ҷараён, ба монанди миқдори ҳаҷми буғ истифода мешаванд. Ин ҳолат вақте ки ҳисобҳои тахминӣ зарур аст ё маълумоти боэътимод дар бораи миқдори воқеии буғ дар омехтаи буғӣ мавҷуд нест. Дар чунин ҳолатҳо, ба ҷойи зичии воқеии омехта, муҳандисон параметрҳои ҷараёнро, аз қабيلي миқдори буғро барои арзёбии фишори гидростатикӣ истифода мекунанд.

Дар ин ҳолат, ҳатогии имконпазирро бо назардошти ҳиссаи дар фарқияти умумии фишор ишғолшуда ва фарқияти эҳтимолии байни ϕ ва β арзёбӣ кардан лозим аст.

Талафоти фишор дар кубур аз сабаби суръатбахшӣ вақте рух медиҳад, ки суръати ҷараёни омехта дар ду қисмати баррасишаванда баробар нест, аз сабаби тағйирёбии буриши канал дар зери шиддат ё аз сабаби тағйирёбии таркиби буғ дар омехта. Ин изҳорот падидаи аз даст додани фишор дар кубурро аз сабаби шитоб шарҳ медиҳад. Аз даст додани фишор вақте рух медиҳад, ки суръати ҷараёни омехтаи буғӣ байни ду қисмати кубур тағйир меёбад. Ин метавонад аз сабаби тағйирёбии майдони буриши кубур (масалан, аз сабаби васеъшавӣ ё фишурдан) ба амал ояд, ки ба суръати ҷараён таъсир

мерасонад. Ғайр аз ин, тағйир додани таркиби буғ дар омехта низ метавонад боиси аз даст додани фишор гардад. Ин омили муҳим дар тарҳрезӣ ва истифодаи кубурҳо барои интиколи омехтаҳои буғӣ мебошад. Ҳамин тариқ, талафоти фишор ҳангоми тағйирёбии суръати ҷараёни байни ду қисмати кубур ба амал меояд, тағйир додани майдони буриши кубур метавонад боиси аз даст додани фишор гардад, инчунин, тағйир додани таркиби буғ дар омехта метавонад боиси аз даст додани фишор гардад. Талафоти фишор метавонад ба сохтор ва кори кубур таъсир расонад. Талафоти фишор (ё талафоти фишор) ҳамчун фарқи байни миқдори ҳаракат (ё импульси) омехта (дар ин ҳолат буғ ва об) дар ду қисмати гуногуни кубур муайян карда мешавад. Ин аз сабаби молидани омехта ба девори кубур, тағйирёбии суръати ҷараён ва дигар омилҳо, ба монанди тағйир додани самти ҷараён ё насби арматура ба амал меояд. Аз ҷиҳати ҷисмонӣ талафоти фишор аз ҷараёни омехта тавассути кубурҳо ва ҷузъҳои система ба вучуд меояд ва онҳо дар воҳидҳои фишор (масалан, паскалҳо ё метрҳои сутуни об) чен карда мешаванд. Ин як параметри муҳим барои баҳисобгирӣ дар тарҳрезӣ ва истифодаи системаҳои энергетикӣ гармӣ мебошад, зеро он ба самаранокии энергетикӣ ва устувории система бевосита таъсир мерасонад.

$$\Delta P_{\text{уск}} = (mw)_2 - (mw)_1. \quad (7)$$

Миқдори ҳаракати муҳити якхеларо тавассути суръати масса ва зичии муҳити атроф аз таносуби:

$$mw = \frac{w_m^2}{\rho}. \quad (8)$$

Бо назардошти гузариши фазаҳо барои ҷараёни дуфаза:

$$mw = w_m^2 \left[\frac{(1-x)^2}{\rho'(1-\varphi)} + \frac{x^2}{\rho'' \cdot \varphi} \right]. \quad (9)$$

Ҳангоми гузаронидани озмоишҳо одатан фарқияти умумии фишорро дар қисми тафтишшавандаи кубур чен мекунанд ва сипас аз арзиши ҷеншудаи талафот барои муайян кардани $\Delta P_{\text{тр}}$, $\Delta P_{\text{нив}}$ ва $\Delta P_{\text{нив}}$ (дар сурати набудани муқовиматҳои маҳаллӣ), ки аз рӯи муодилаҳои маълум муайян карда шудаанд, кам карда мешаванд. Вақте миқдори боэътимоди таркиби буғ ё миқдори ҳаророти β мавҷуд нест, натиҷаҳои ҷенкунӣ метавонанд дар натиҷаи тағйирёбии таносуби байни ҷузъҳои алоҳидаи таназзули пурраи фишор, алалҳусус дар суръати паст ва ҷараёни гармии калон таҳриф карда шаванд [1].

Дар ҷараёни хурди гармӣ ва афзоиши энталпияи ҷараён ба як воҳиди дарозии кубур, инчунин, дар фишори баланд $\Delta P_{\text{уск}}$ дар муқоиса бо $\Delta P_{\text{тр}}$, ночиз аст ва ҳангоми гардиши муайян [1] ба назар гирифта намешавад. Барои муайян кардани талафоти зангзании ҷараёни изотермикӣ дар кубурҳои муҳити якхела, муодилаи Дарси-Вейсбах истифода мешавад:

$$\Delta P_{\text{тр}}^{\text{ГОМ}} = \xi_{\text{ГОМ}} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w_m^2}{2}, \quad (10)$$

аз ин ҷо $\xi_{\text{ГОМ}}$ – коэффитсиенти муқовимати гидравликӣ барои муҳити якхела.

Дар ҷараёни турбулентӣ $\xi_{\text{ГОМ}}$ дар кубурҳо, аз рӯи формулаи Никурадзе [1]:

$$\xi_{\text{ГОМ}} = \left(1,74 + 2 \lg \frac{d}{2\Delta} \right)^{-2}, \quad (11)$$

Δ – баландии миёнаи баромади ғафсӣ ($\Delta=0,08$ мм – кубурҳои пӯлоди карбон ва хӯлаи паст; $\Delta=0,01$ мм – барои пӯлоди остенитӣ).

Дар ин тавсиф вазъияте тасвир шудааст, ки омехтаи буғӣ аз қисмҳои гуногуни контури гардиш мегузарад, ки дар он суръати ҷараён аз сабаби тағйирёбии андоза ва самт тағйир меёбад. Дар ин ҳолатҳо, талафоти фишор аз сабаби соиш ва дигар таъсирот ба амал меояд. Талафоти фишор бо истифода аз формулае ҳисоб карда мешавад, ки тағйирёбии суръати ҷараён ва дигар омилҳоро ба назар мегирад. Вақте омехтаи буғӣ аз қисмҳои гуногуни контури гардиш мегузарад, ки дар он суръати ҷараён ҳам аз рӯи андоза ва ҳам аз рӯи самт тағйир меёбад, талафоти фишор аз рӯи формулаи [1]:

$$\Delta P = \sum \xi_m \cdot \frac{w_m^2}{2\rho'} \left[1 + \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right) \right]. \quad (12)$$

Арзишҳои ξ_m барои намудҳои гуногуни муқовиматҳои маҳаллӣ дар адабиети маълумотӣ дар шакли чадвалҳо ва номограммаҳо оварда шудаанд. Бояд қайд кард, ки арзишҳои ξ_m барои муҳити буғӣ ва якхела аз арзиши ξ_m дар формулаи (12) барои омехтаи буғӣ нисбат ба муҳити якхела баландтар аст ва ин афзоиш аз дарозии нисбӣ ва кунҷи майли кубурҳо вобаста аст [1].

Муқовимати гидравликии кубурҳо барои ҷараени ҳаракаткунандаи буғӣ ҷанбаи муҳимми тарҳрезӣ ва истифодаи системаҳои энергетикӣ гармӣ мебошад. Дар ҷараени таҳлили ин мавзӯ муайян карда шуд, ки талафоти фишор, ки аз сабаби зангзанӣ ва дигар омилҳо ба вучуд омадааст, ба самаранокии интиқоли гармӣ, тақсимоти буғ ва самаранокии умумии энергияи система таъсири назаррас мерасонад. Идоракунии самаранокии муқовимати гидравликии кубурҳо барои таъмини кори боэътимоди системаҳои таъмини буғ муҳим аст. Барои баланд бардоштани самаранокии истифодаи усулҳои муосири оптимизатсия ва технологияҳои идоракунии ҷараен тавсия дода мешавад. Ҳамин тариқ, фаҳмиш ва идоракунии самаранокии муқовимати гидравликии кубурҳо барои ҷараёни ҳаракаткунандаи буғ, унсурҳои калидии таъмини самаранокии энергия ва эътимоднокии системаҳои энергетикӣ гармӣ мебошанд.

Хулоса, муқовимати гидравликии кубурҳо барои ҷараени буғии ҳаракаткунанда дар тарҳрезӣ ва истифодаи системаҳои энергетикӣ гармӣ нақши калидӣ дорад. Талафоти фишор, ки дар натиҷаи соиш ва дигар омилҳо ба вучуд омадааст, метавонад ба самаранокии интиқоли гармӣ, тақсимоти буғ ва самаранокии умумии энергияи система таъсири назаррас расонад. Баҳисобгирии муқовимати гидравликии кубурҳо ҳангоми тарҳрезии системаҳои таъмини буғ муҳим аст, ки таҳлили дақиқи параметрҳои ҷараён ва интиқоли ҳалли оптималии муҳандисиро талаб мекунад. Истифодаи усулҳои муосири оптимизатсия ва технология барои идоракунии ҷараён ва кам кардани талафоти фишор метавонад самаранокии ва эътимоднокии системаро ба таври назаррас баланд бардорад. Таҳқиқоти минбаъда дар ин соҳа метавонанд таҳияи маводи навро бо ноҳамвории сатҳи кубурҳо, усулҳои такмилёфтаи моделсозии ҷараён ва таҳияи технологияҳои инноватсионӣ барои коҳиш додани муқовимати гидравликии ва баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ системаҳои таъмини буғро дар бар гиранд.

АДАБИЁТ

1. Ливчак В.И. Установление уровней удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов и обеспечивающих их систем автоматизации теплоснабжения / В.И. Ливчак // ЭНЕРГОСОВЕТ. – 2012. -№4(23) (июль–август).
2. Хужаев П.С. Анализ теплозащитных свойств наружных ограждений сельских жилых зданий / П.С. Хужаев, М.М. Поччоев, Ф.Р. Абдуллаева // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века» технические науки in том science and education in the modern world: challenges of the XXI century" nur-sultan, kazakhstan. – 2021. –С.46-51.
3. Шокиров Р.М. Повышение энергоэффективности зданий в Республике Таджикистан // Инженерный вестник Дона. – 2022. -№3. -С.87. [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7505
4. СНиП II-3-79* (98) “Строительная теплотехника”
5. Кутепов, А.М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании: Учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений / А.М. Кутепов, Л.С. Стерман, Н.Г. Стюшин. -М.: Высш. шк., 1986. -447 с.
6. Комбинированная система водяного отопления с естественным побуждением циркуляции / С.М. Назаров [и др.] // Малый патент Республики Таджикистан TJ836, МПК F24D1/00, F24/D9/00.
7. Хужаев П.С. Линеаризация теплофизических свойств продуктов сгорания топлива от температуры / П.С. Хужаев, Ш. Аланазаров // Материалы республ. науч.-практ. конф., посв. 20-летию государственной независимости Респ. Таджикистан и 55-летию Тадж. тех. универ. им. акад. М.С. Осими. -Душанбе, 2011. -С.451-455.
8. Хужаев П.С. Индивидуальный теплогенератор, работающий на твердом топливе / П.С. Хужаев // Междунар. науч.-практ. конф. «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ», часть 1, посв. 20-летию государственной независимости Респ. Таджикистан и 55-летию ТТУ. им.акад. М.С. Осими. –Душанбе, 2011. –С.187-188.
9. Хужаев П.С. Повышение энергоэффективности индивидуальных твердотопливных отопительных котлов малой мощности / П.С. Хужаев, Н.А. Сулейманова // Специальный выпуск Сборник избранных научных работ

МУКОВИМАТИ ГИДРАВЛИКИИ ҚУБУРҲО БАРОИ ЧАРАЁНИ БУҒИИ ҲАРАКАТКУНАНДА

Дар мақолаи мазкур муқовимати гидравликии қубурҳое, ки барои интиқоли омехтаи ҳаракаткунандаи буғӣ дар қубури амудӣ ё контури ҳалқавии пӯшида, ки аз сегментҳои амудӣ ва уфуқӣ иборат аст, баррасӣ карда мешавад. Чараёни омехтаи об ва буғ аз фарқияти зичии ду моеъ муайян карда мешавад. Муқовимати гидравликии қубурҳо барои чараёни ҳаракаткунандаи буғ ҷанбаи муҳими тарҳрезии системаҳои энергетикӣ гармӣ ва таъмини буғ мебошад. Ин муқовимат ба самаранокии интиқоли гармӣ, тақсими буғ ва самаранокии умумии энергияи система таъсир мерасонад. Гарчанде чараёнҳои буғӣ метавонанд суръати баланд дошта бошанд, муқовимати гидравликии қубурҳо маҳдудиятҳои муайян ва талафоти энергияро ба вучуд меорад. Пеш аз ҳама, муқовимати гидравликии аз бисёр омилҳо вобаста аст, аз ҷумла диаметри қубур, нооромии чараён, ноҳамвории деворҳои қубур, дарозии қубур ва хосиятҳои физикӣ муҳити интиқолдиҳанда (дар ин ҳолат буғ ва об). Он режими чараёнро тавсиф мекунад ва имкон медиҳад, ки чараён ламинарӣ ё турбулентӣ бошад. Барои чараёни буғии ҳаракаткунанда, Re метавонад хеле баланд бошад, ки ба чараёни ноором ишора мекунад. Омилҳои дигар, ноҳамвории деворҳои қубур аст. Ҳар қадаре сатҳи қубур ҳамвор бошад, талафоти энергия аз сабаби зангзани камтар мешавад ва аз ин рӯ, муқовимати гидравликии камтар мешавад. Барои самаранок идора кардани муқовимати гидравликии қубурҳо, усулҳои гуногуни муҳандисӣ, аз қабилҳои оптимизатсияи диаметри қубурҳо, баҳисобгирии шароити чараён ва истифодаи маводи махсус барои коҳиш додани ноҳамвории деворҳо бояд истифода шаванд. Бояд қайд кард, ки баҳисобгирии муқовимати гидравликии қубурҳо ҳангоми тарҳрезии системаҳои энергетикӣ гармӣ муҳим мегардад, зеро он метавонад ба самаранокӣ ва эътимоднокии тамоми система таъсири назаррас расонад.

Калидвожаҳо: муқовимати гидравликии қубури буғӣ, чараёни қубур, чараёни буғӣ, муқовимати гидравликии қубурҳо, турбулентсияи чараён, ғафсии деворҳо, рақами Рейнолдс, талафоти фишор, хосиятҳои физикӣ буғ.

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТРУБ ДЛЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ПАРОВОДЯНОГО ПОТОКА

В данной аннотации рассматривается гидравлическое сопротивление труб, используемых для транспортировки движущейся пароводяной смеси в вертикальной трубе или замкнутом кольцевом контуре, состоящем из вертикальных и горизонтальных сегментов. Поток смеси воды и пара определяется разницей плотностей двух жидкостей.

Гидравлическое сопротивление труб для движущегося пароводяного потока является важным аспектом проектирования систем тепловой энергетики и паробеспечения. Это сопротивление влияет на эффективность передачи тепла, распределение пара и общую энергоэффективность системы. Несмотря на то, что пароводяные потоки могут иметь высокую скорость, гидравлическое сопротивление труб создает определенные ограничения и потери энергии.

Прежде всего, гидравлическое сопротивление зависит от многих факторов, включая диаметр трубы, турбулентность потока, шероховатость стенок трубы, длину трубопровода и физические свойства переносимой среды (в данном случае, пара и вода). Он характеризует режим потока и позволяет определить, будет ли поток ламинарным или турбулентным. Для движущегося пароводяного потока Re может быть очень высоким, что указывает на турбулентный поток.

Другим фактором является шероховатость стенок трубы. Чем более гладкая поверхность трубы, тем меньше потери энергии из-за трения, а следовательно, меньше гидравлическое сопротивление.

Для эффективного управления гидравлическим сопротивлением труб необходимо применять различные инженерные методы, такие как оптимизация диаметра труб, учет условий течения и использование специальных материалов для уменьшения шероховатости стенок.

Важно отметить, что учет гидравлического сопротивления труб становится критически важным при проектировании систем тепловой энергетики, поскольку это может существенно влиять на эффективность и надежность работы всей системы.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, паропровод, течение в трубе, пароводяной поток, гидравлическое сопротивление, трубы, турбулентность потока, шероховатость стенок, Рейнольдсово число, потери давления, физические свойства пара

HYDRAULIC RESISTANCE OF PIPES FOR MOVING STEAM-WATER FLOW

This abstract discusses the hydraulic resistance of pipes used to transport a moving steam-water mixture in a vertical pipe or a closed annular circuit consisting of vertical and horizontal segments. The flow of a mixture of water and steam is determined by the difference in the densities of the two liquids. The hydraulic resistance of pipes for moving steam-water flow is an important aspect of the design of thermal energy and steam supply systems. This resistance affects the efficiency of heat transfer, steam distribution, and overall energy efficiency of the system. Despite the fact that steam-water flows can have a high speed, the hydraulic resistance of the pipes creates certain limitations and energy losses. First of all, hydraulic resistance depends on many factors, including pipe diameter, flow turbulence, pipe wall roughness, pipeline length, and physical properties of the transferring medium (in this case, steam and water). It characterizes the flow mode and allows you to determine whether the flow will be laminar or turbulent. For a moving steam-water flow, Re can be very high, indicating a turbulent flow. Another factor is the roughness of the pipe walls. The smoother the surface of the pipe, the less

energy loss due to friction, and therefore less hydraulic resistance. To effectively control the hydraulic resistance of pipes, it is necessary to apply various engineering methods, such as optimizing the diameter of pipes, taking into account flow conditions and using special materials to reduce the roughness of the walls. It is important to note that taking into account the hydraulic resistance of pipes becomes critically important when designing thermal energy systems, since this can significantly affect the efficiency and reliability of the entire system.

Keywords: hydraulic resistance, steam pipe, flow in the pipe, steam-water flow, hydraulic resistance, pipes, flow turbulence, wall roughness, Reynolds number, pressure loss, physical properties of steam

Маълумот дар бораи муаллифон: *Назаров Саидхуҷа Маҷидович* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, унвонҷӯи кафедраи системаҳои таъмини об, газугармӣ ва ҳавтозақунӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 918-61-48-34**
Хуҷаев Парвиз Саидғуфронвич – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи системаҳои таъмини об, газугармӣ ва ҳавтозақунӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 985-10-03-33**. E-mail: **pkhujjev@gmail.com**

Стерлигов Вячеслав Анатольевич – Донишгоҳи давлатии техникии Липетск, номзади илмҳои техникӣ дотсенти кафедраи энергияи гармои саноатӣ. **Суроға:** шаҳри Липетск, ФР, кӯчаи Масковская, 30 т 328-141. Телефон: **(+791) 107429835**. E-mail: **pte@stu.lipetsk.ru**

Сведения об авторах: *Назаров Саидхуджа Маҷидович* – Таджикский технический университет им. М.С. Осими, соискатель кафедры систем водоснабжения, газового отопления и вентиляции. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 918614834**

Худжаев Парвиз Саидғуфронвич – Таджикский технический университет им. М.С. Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры систем водоснабжения, газового отопления и вентиляции. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 985100333**. E-mail: **pkhujjev@gmail.com**

Стерлигов Вячеслав Анатольевич – Липецкий государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной тепловой энергетики. Адрес: Липецк, РФ, улица Московская, 30 т 328-141. Телефон: **(+791) 107429835**. E-mail: **pte@stu.lipetsk.ru**

Information about the authors: *Nazarov Saidkhuja Majidovich* – Tajik Technical University named after M.S. Osimi, applicant of the Department of Water Supply, Gas Heating and Ventilation Systems. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 918614834**

Khujjev Parviz Saidgufroonovich – Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Water Supply, Gas Heating and Ventilation Systems. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 985100333**. E-mail: **pkhujjev@gmail.com**

Sterligov Vyacheslav Anatolyevich – Lipetsk State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Thermal Power Engineering. **Address:** Lipetsk, Russian Federation, Moskovskaya Street, 30 t 328-141. Phone: **(+791) 107429835**. E-mail: **pte@stu.lipetsk.ru**

**ОПТИМИЗАТСИЯИ ПАРАМЕТРИИ ВОБАСТАГИИ ҲАҶМИ УМУМИИ
СҶУРОҲИҶОИ ҶАББАНДАҶОИ ТАБИИИ КОНИ ДАШТИБЕДИ ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН АЗ ФАҶОЛСОЗИИ КИСЛОТАГИИ ОНҶО**

Соҳибов А.Б., Мирзоҳасанов М.Л.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Истифодаи методҳои амсиласозии математикӣ дар робита бо таҳлил ва ҳисобкунӣҳои равандҳои тозакунии равангҳои коркардшуда бо ҷаббандаҳои табиӣ имкон медиҳанд, ки шароитҳои оптималии татбиқи онҳо муайян карда шаванд. Гузашта аз ин, имконнопазир аст, ки на танҳо ҳуди раванди ҷаббиши равангҳои коркардшуда, балки инчунин, хангоми вайрон кардани речаҳои кор ё тағйир додани параметрҳои инфиродӣ низ ба таври оптималӣ идора карда шаванд. Раванди ҷаббиши равангҳои коркардшуда дар замони муосир бо мураккабӣ, гуногунии амалиёт ва таҷҳизот хос аст. Сифати баланди равангҳои коркардшуда танҳо дар сурати риоя намудани речаҳои қатъии технологӣ ба даст оварда мешаванд [4; 5].

Асоси методҳои оптимизатсионии равандҳои ҷаббиши равангҳои коркардшудаи ҳисобкунӣҳои математикӣ, ки воситаи асосии татбиқи онҳо компютерҳои фардӣ мебошад. Дар замони муосир вазифаи муҳимтарини технологияҳои кимиёвӣ тартибдиҳӣ ва истифодабарии ду алгоритм: лоихақашӣ ва идоракунии оптималии ин раванд мебошад. Оптимизатсия як фаъолияти мақсаднокест, ки барои ба даст овардани натиҷаҳои беҳтарин дар шароити мувофиқ нигаронида шудааст. Тартиб додани масъалаи оптимизатсия мавҷудияти объекти оптимизатсиониро, дар тури як давраи муайяни фаъолияти инсон ё раванди истеҳсолӣ пешбинӣ менамояд [1; 2].

Ҳалли ҳама гуна масъалаҳои оптимизатсионӣ аз муайян кардани ҳадафи оптимизатсия, яъне таҳияи талабот ба объекти оптимизатсия оғоз мешавад. Дар мақолаи мазкур оптимизатсияи параметрии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибед аз фаъолсозии кислотагии онҳо дида баромада мешавад. Дар мақолаи [3] амсилаи математикии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳо аз фаъолшавии кислотагии ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳия шудааст. Амсилаи математикии ин вобастагӣ дар шакли полиноми дараҷаи 6-ум ба даст омадааст:

$$y(x) = 1,1e - 007x^6 - 2,3e - 006x^5 - 5,6e - 005x^4 + 0,0012x^3 + 1,51 \quad (1)$$

ки дар ин ҷо x – фоизнокии кислотагии ҷаббандаҳо бо кислотаи H_2SO_4 фаъолшуда ва y ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои бо кислотаи H_2SO_4 фаъолшуда мебошад.

Натиҷаҳои бо амсилаи математикӣ ҳисобшуда дар фосилаи қиматҳои аз 0 то 20 дар ҷадвали 1 пешниҳод шудааст.

Ҷадвали 1. Вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибед аз фаъолсозии кислотагӣ

Table 1. Dependence of the total volume of pores of natural absorbents of the Dashtibed mine on acid activation

Ҷаббандаи фаъолшуда бо кислотаи H_2SO_4 , %	Ҳаҷми умумии сӯроҳиҳо, см ³
0	1,51
1	1,51
2	1,52
3	1,54
4	1,57
5	1,62
6	1,68
7	1,76
8	1,85

9	1,94
10	2,03
11	2,11
12	2,17
13	2,21
14	2,22
15	2,2
16	2,14
17	2,04
18	1,91
19	1,77
20	1,61

Оптимизатсияи параметрии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибед аз фоизнокии кислотагии онҳо. Чи тавре аз маълумоти пешниҳодшуда дида мешавад, ин вобастагӣ дар фосилаи имконпазири тағйироти аргумент як экстремум дорад, яъне унимодалӣ мебошад. Азбаски ин вобастагӣ якченака аст, ҳангоми иҷрои оптимизатсияи параметрии ин раванди технологӣ яке аз методҳои оптимизатсионӣ якченакаро истифода мебарем. Методҳои гуногуни оптимизатсионӣ ҳангоми шумораи ҳисобкуниҳо зиёда аз панҷ буда, методҳои Фибоначи ва буриши тиллоӣ нисбат ба дигар методҳои оптимизатсионӣ ба таври назаррас муассиртаранд ва ба онҳо афзалият дода мешавад. Бинобар ин, аз методи буриши тиллоӣ истифода мебарем. Ин метод ба тақсим намудани фосилаи ҷорӣ $[a; b]$ асос ёфтааст, ки дар он экстремуми дилхоҳ мавҷуд буда, ба ду қисмати нобаробар, бо риояи қоидаи буриши тиллоӣ иҷро мешавад. Қоидаи методи буриши тиллоӣ чунин аст: таносуби тамоми фосила ба қисми калони он ва таносуби қисми калони фосила ба қисми хурди он баробар аст [1; 2].

Барои иҷрои амали оптимизатсионӣ якченака забонҳои гуногуни барномасозӣ ё бастаҳои барномавӣ метавонанд истифода шаванд. Дар ин маврид, мо, аз муҳити интегронии компютери MATLAB истифода мебарем, зеро ин муҳит дар ҳалли масъалаҳои оптимизатсионӣ имкониятҳои зиёде дорад. Барои ҳалли ин масъала, бастаи васеъшавии Toolbox Optimization-ро дида мебароем. Toolbox Optimization дорои функцияҳои махсусе мебошад, ки ҳар яки онҳо ба як намуди мушаххаси масъалаи оптимизатсионӣ нигаронида шудааст. Функцияи бастаи *fminbnd* барои дарёфти қиматҳои хурдтарини функцияҳои якченакаи бефосила пешбинӣ шудааст. Масъалаи ҳалшаванда шакли $\min f(x), x_1 < x < x_2$ - ро дорад. Алгоритми дарёфти қиматҳои хурдтарин ба методҳои буриши тиллоӣ ва аппроксиматсияи квадратӣ (интерполятсияи параболоӣ) асос ёфтааст [6].

Барои дарёфти қиматҳои экстремуми функцияи унимодалии дар фосила муайяншуда, муҳити интегронии Matlab функцияи *fminbnd*-ро пешниҳод мекунад. Ин функция метавонад барои дарёфти функцияҳои истифода шаванд, ки онҳо унимодалӣ нестанд. Дар ин сурат минимуми (максимуми) маҳаллӣ ёфта мешавад. Функцияи *fminbnd* омезиши методҳои буриши тиллоӣ ва интерполятсияи пайдарпайии параболоиро истифода мебарад. Функция дар шакли *m*-файл амалӣ карда мешавад [6].

Варианти содатарини истифодабарии функцияи *fminbnd* чунин аст:

$x = \text{fminbnd}(f, a, b)$

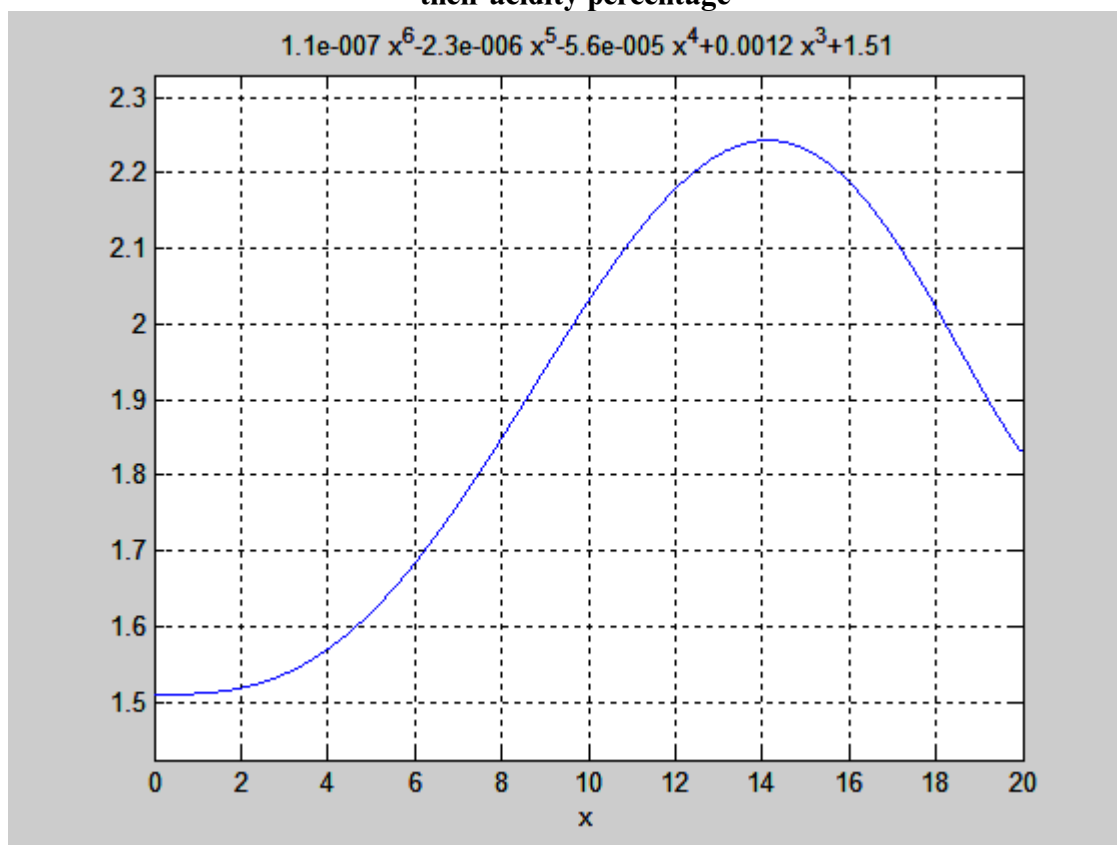
Дар ин ҷо f – сатри рамзие, ки навишти математикии ифодаро дорад, ё ишоракунанда ба функцияи шакли *@fun*, ки дар он *fun* номи функция мебошад. Дар ҳолати яқум номи тағйирёбандаи новобаста метавонад танҳо x бошад.

Амсилаи математикии вобастагии (1)-ро дар порчаи $x \in [0, 20]$ дида мебароем.

Аввал графикаи ин вобастагиро месозем:

```
>> ezplot('1.1e-007*x^6-2.3e-006*x^5-5.6e-005*x^4+0.0012*x^3+1.51',0,20)
>> grid
```

Расми 1. Вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои чаббандаҳои табиии кони Даштибед аз
 Ҷоизнокии кислотагии онҳо
 Figure 1. Dependence of the total volume of pores of natural absorbents of the Dashtibed mine on
 their acidity percentage



Бо ёрии функсияи *fminbnd* нуқтаи максимумро меёбем:

```
>> fminbnd('-(1.1e-007*x^6-2.3e-006*x^5-5.6e-005*x^4+0.0012*x^3+1.51)',0,20)
ans = 14.1351
```

Функсияи мақсадро дар шакли М-файл тартиб дода, ҳамчун зерфунксия дар дигар М-файл ҷойгир намудан мумкин аст:

```
function y = myfun(x)
```

```
y=1.1e-007*x^6-2.3e-006*x^5-5.6e-005*x^4+0.0012*x^3+1.51
```

Акнун метавонем функсияи *fminbnd* - ро дар шакли зерин нависем:

```
fminbnd(@myfun, 0, 20)
```

Функсияи *fminbnd* - ро бо миқдори гуногуни аргументҳои дохилшаванда ва хориҷшаванда даъват кардан мумкин аст:

```
x = fminbnd(f, a, b)
```

```
x = fminbnd(f, a, b, options)
```

```
x = fminbnd(f, a, b, options, P1, P2, ..., Pn)
```

```
[x, fval] = fminbnd(...)
```

```
[x, fval, exitflag] = fminbnd(...)
```

```
[x, fval, exitflag, output] = fminbnd(...)
```

options – сохторест, ки параметрҳои иловагӣ дорад. Параметрҳои имконпазирро номбар мекунем [6]:

Display: қимати 'Off' ҳар гуна маълумотро дар бораи рафти алгоритм ғайрифаъол мекунад; 'Iter' дар бораи ҳар як такроршавии ҳисобкунӣ маълумот медиҳад; 'Final' маълумотро танҳо ҳангоми анҷоми кор нишон медиҳад; дар бораи рафти ҳисобу китоб дар ҳар як такроршавӣ маълумот медиҳад; 'Converge' маълумотро танҳо дар сурати алгоритм иҷро нашудан хориҷ мекунад (бо нобаёнӣ).

FunValCheck: агар қимати 'On' ғайб бошад, ҳар вақте ки қимати функция адади комплексӣ ё NaN бошад, огоҳӣ медиҳад; агар қимати 'Off' ғайб бошад, ҳеч гуна огоҳӣ дода намешавад.

MaxFunEvals миқдори максималии ҳисобкуниҳои қиматҳои функцияи мақсадро муайян мекунад.

MaxIter миқдори максималии такроршавиҳоро муайян мекунад.

OutputFcn функцияи истифодабарро муайян мекунад, ки Matlab ҳангоми ҳар як такроршавӣ даъват мекунад.

TolX иҷозати хатой барои тағйирёбандаи новобаста.

Мо метавонем бо истифода аз функцияи optimset майдонҳои сохтори options-ро муайян кунем. Мисол,

```
options = optimset('Display', 'Iter', 'OutputFcn', @OutputFcn);
```

```
x = fminbnd(@fun, x1, x2, options);
```

fminbnd(f, a, b, options, P1, P2, ..., Pn) ба мо имкон медиҳад, ки қиматҳои параметрҳои иловагии функцияи мақсадро муқаррар кунем. Масалан, агар функцияи мақсад чунин дода шавад:

```
function y = myfun(x, a, b)
```

```
y=1.1e-007*x^6-2.3e-006*x^5-5.6e-005*x^4+0.0012*x^3+1.51;
```

пас метавонем методи *fminbnd*-ро даъват намоем:

```
fminbnd(@myfun, 0, 20)
```

Ҳар вақте, ки алгоритм барои ҳисоб кардани қимати функцияи мақсад зарур аст, параметрҳои *a*, *b* мутаносибан қиматҳои 0, 20 -ро мегирад.

[*x*, *fval*] = fminbnd(...) ба ғайр аз нуқтаи минимуми (максимуми) *x*, инчунин қиматҳои *f(x)*-ро дар нуқтаи ёфтшудаи *x* бармегардонад.

[*x*, *fval*, *exitflag*] = fminbnd(...) параметри ниҳони *exitflag*-ро бармегардонад. Қимати он 1 аст, агар минимум (максимум) бо таҳаммулпазирӣ, ки аз ҷониби options.TolX муайян шудааст, пайдо шавад; *exitflag* баробари 0 аст, агар шумораи такроршавиҳо ё шумораи қиматҳои ҳисобшудаи функция мутаносибан аз қиматҳои options.MaxIter ва options.MaxFunEvals зиёд бошад; *exitflag* баробари -1 аст, агар алгоритм аз ҷониби функцияи қорбар options.OutputFcn қатъ карда шуда бошад.

Ва ниҳоят, *exitflag* баробари -2 будан, агар $a > b$ бошад.

[*x*, *fval*, *exitflag*, *output*] = fminbnd(...) инчунин, сохтори *output*-ро бармегардонад, ки дар он *output.algorithm* сатри рамзӣ, ки номи алгоритми истифодашударо дорад, *output.funcCount* миқдори ҳисобкуниҳои қиматҳои функцияи мақсад, *output.iterations* миқдори умумии такроршавиҳо мебошад.

Натиҷаҳое, ки ҳангоми иҷрои барнома ба даст омадааст:

```
[x, fval, flag, output] =
```

```
=fminbnd('-(1.1e-007*x^6-2.3e-006*x^5-5.6e-005*x^4+0.0012*x^3+1.51)',0,20)
```

```
x = 14.1351
```

```
fval = 2.2430
```

```
flag = 1
```

```
output =
```

```
iterations: 9
```

```
funcCount: 9
```

```
algorithm: 'golden section search, parabolic interpolation'
```

Хулоса дар ин мақола ҷанбаҳои назариявӣ ва методологии оптимизатсияи параметрии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ғайбшавии кислотагии онҳо баррасӣ шудааст. Бо истифода аз муҳити интегронии MATLAB параметри оптималии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ғайбшавии кислотагии онҳо барнома таҳия шудааст. Ҳангоми иҷрои оптимизатсияи параметрӣ методи буриши тиллоӣ истифода шудааст. Барномаи таҳияшударо дар таҳқиқоти равандҳои ҷаббиши

равғанҳои коркардшуда бо истифода аз ҷаббандаҳои гилии табиӣ истифода бурдан мумкин аст.

АДАБИЁТ

1. Рейзлин В.И. Численные методы оптимизации: учебное пособие / В.И. Рейзлин. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. -105 с.
2. Алексеева Е.В. Численные методы оптимизации: Учеб. пособие / Е.В. Алексеева, О.А. Кутненко, А.В. Плясунов. -Новосибирск, 2008. -128 с.
3. Соҳибов А.Б. Амсиласозии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои табиӣи кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ғаболсозии кислотагии онҳо / А.Б. Соҳибов // Паёми политехникӣ: Баҳши интеллект, инноватсия, инвестиция. – 2024. -№2(66). –С.36-42.
4. Грег С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. -2-е изд. -М.: Мир, 1984. -306 с.
5. Жоров Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии / Ю.М. Жоров. - М.: Химия, 1978. -376 с.
6. Лазарев Ю.Ф. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие / Ю.Ф. Лазарев. -К.: НТУУ "КПИ", 2003. -424 с.

ОПТИМИЗАТСИЯИ ПАРАМЕТРИИ ВОБАСТАГИИ ҲАҶМИ УМУМИИ СӢРОҲИӢОИ ҶАББАНДАӢОИ ТАБИИИ КОНИ ДАШТИБЕДИ ҶУМӢУРИИ ТОӢИКИСТОН АЗ ҒАӢОЛСОЗИИ КИСЛОТАГИИ ОНӢО

Хулоса дар ин мақола ҷанбаҳои назариявӣ ва методологии оптимизатсияи параметрии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои табиӣи кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ғаболшавии кислотагии онҳо баррасӣ шудааст. Бо истифода аз муҳити интегронии MATLAB параметри оптималии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои табиӣи кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ғаболшавии кислотагии онҳо барнома таҳия шудааст. Ҳангоми иҷрои оптимизатсияи параметрӣ методи буриши тиллоӣ истифода шудааст. Барномаи таҳияшударо дар таҳқиқоти равандҳои ҷаббиши равғанҳои коркардшуда бо истифода аз ҷаббандаҳои гилии табиӣи истифода бурдан мумкин аст.

Чи тавре маълум аст, раванди ҷаббиши равғанҳои коркардшуда дар замони муосир мураккаб буда, бо амалиёти гуногун иҷро карда мешавад. Сифатнокии равғанҳои коркардшуда ҳангоми риояи речаҳои технологияи муайян ба даст оварда мешавад. Дар мақолаи мазкур параметри оптималии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҳои ҷаббандаҳои табиӣи кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ғаболшавии кислотагии онҳо муайян шудааст. Азбаски ин вобастагӣ яқченака аст, ҳангоми иҷрои оптимизатсияи параметрии ин раванди технологӣ методи буриши тиллоӣ истифода шудааст. Натиҷаҳои ба даст оварда шударо дар таҳқиқоти равандҳои технологияи ҷаббиши равғанҳои коркардшуда истифода бурдан мумкин аст.

Калидвожаҳо: ҷаббандаҳои гилии табиӣ, амсилаи математикӣ, оптимизатсия, аппроксиматсия, ҳаҷми умумии сӯроҳӣ, ковоқӣ, ҷаббиш.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ СУММАРНОГО ОБЪЕМА ПОР ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАШТИБЕД РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН ОТ ИХ КИСЛОТНОЙ АКТИВАЦИИ

В данной статье рассматриваются теоретические и методические аспекты параметрической оптимизации зависимости общего объема скважин природных поглотителей месторождения Даштибеди Республики Таджикистан от их кислотности. С использованием интегрированной среды MATLAB разработан оптимальный параметр зависимости общего объема скважин природных поглотителей месторождения Даштибеди Республики Таджикистан от их кислотной активности. При параметрической оптимизации использовался метод золотого сечения. Разработанная программа может быть использована при исследовании процессов абсорбции рафинированных масел природными глинистыми адсорбентами.

Как известно, процесс адсорбции отработанных масел в наше время сложен и выполняется различными методами. Качество отработанных масел достигается соблюдением определенных технологических процедур. В данной статье определен оптимальный параметр зависимости суммарного объема пор природных сорбентов месторождения Даштибед Республики Таджикистан от их кислотной активации. Поскольку эта зависимость одномерная, при параметрической оптимизации данного технологического процесса был использован метод золотого сечения. Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологических процессов абсорбции отработанных масел.

Ключевые слова: природные глинистые сорбенты, математическая модель, оптимизация, аппроксимация, суммарный объемный пор, пористость, адсорбция.

PARAMETRIC OPTIMIZATION OF THE DEPENDENCE OF THE TOTAL PORES VOLUME OF NATURAL SORBENTS OF THE DASHTIBED DEPOSIT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN ON THEIR ACID ACTIVATION

As is known, the process of adsorption of waste oils in our time is complex and various operations are performed. The quality of used oils is achieved by following certain technological procedures. This article determines the optimal parameter for the dependence of the total pore volume of natural sorbents from the Dashtibed deposit of the Republic of

Tajikistan on their acid activity. Since this dependence is one-dimensional, the golden section method was used for parametric optimization of this technological process. The results obtained can be used in the development of technological processes for the absorption of waste oils.

Keywords: natural clay sorbents, mathematical model, optimization, approximation, total volumetric pores, porosity, adsorption.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Соҳибов Аваз Бобоевич* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзоди илмҳои техника, муаллими калони кафедраи информатика ва техникаи ҳисоббарор. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. E-mail: absohibov@mail.ru. Телефон: **907-96-19-23**

Мирзоҳасанов Мирзоҳасан Лалҷубаевич - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, муаллими калони кафедраи информатика ва техникаи ҳисоббарор. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабов, 10. E-mail: mirzo1978.78@mail.ru. Телефон: **935-28-25-77**

Сведения об авторах: *Соҳибов Аваз Бобоевич* – Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информатики и вычислительной техники. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. E-mail: absohibov@mail.ru. Телефон: **907-96-19-23**

Мирзоҳасанов Мирзоҳасан Лалҷубаевич - Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими, старший преподаватель кафедры информатики и вычислительной техники. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. E-mail: mirzo1978.78@mail.ru. Телефон: **935-28-25-77**

Information about the authors: *Sohibov Avaz Boboevich* - Tajik Technical University named after. M.S. Osimi, candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. E-mail: absohibov@mail.ru

Mirzohashnov Mirzokhasan Laljubaevich - Tajik Technical University named after. M.S. Osimi, Senior Lecturer, Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. E-mail: mirzo1978.78@mail.ru. Phone: **935-28-25-77**

АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАИ БИОДИЗЕЛ ҲАМЧУН МОДИФИКАТОРИ СӮЗИШВОРИИ ДИЗЕЛӢ ДАР НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Тоҷикистон дар Осиёи Маркази яке аз минтақаҳое ба ҳисоб меравад, ки мавқеи ҷуғрофӣ ва табиати ғайримуқаррарӣ дорад. Таҳқиқотҳои омории нишон доданд, ки роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз сатҳи баҳр 650 то 4900 метр баландӣ доранд. Аз ҳамин сабаб, дар табиати Тоҷикистон чор фасли солро дар як муддат мушоҳида намудан мумкин аст [4; 3].

Таҳқиқотҳои муҳаққиқони соҳаи нақлиёт нишон доданд, ки яке аз проблемаҳои муҳим дар ин ҷода, мувофиқат накардани сарфи маводҳои хангоми сӯзиши сӯзишвории нафтӣ дар мавриди ҳаракати автомобилҳо дар роҳҳои автомобилгарде, ки зиёда аз сатҳи баҳр аз 1000 метр ҷойгир шудаанд, ба ҳисоб меравад. Дар ин ҷода муайян карда шудааст, ки хангоми ҳаракати автомобилҳо дар ин мавқеаҳои ҷуғрофӣ тавоноии кори муҳаррикҳои ғайричашмдошт кам гардида, сарфи сӯзишворӣ аз меъёрҳои муқарраргардида то ба 160-180% зиёд мегардад. Ҳар чӣ қадар нақлиёти автомобилӣ аз сатҳи баҳр баландтар ҳаракат намояд, ҳамон қадар сарфаи сӯзишворӣ зиёд мегардад [5; 8].

Таҳлилҳо дар ин ҷода нишон доданд, ки яке аз сабабҳои ба миён омадани ин ҳодисаи ғайримуқаррарӣ, ин норасоии оксиген хангоми сӯзиши сӯзишвории нақлиёти мебошад. Аз ҳамин сабаб, хориҷшавии гази СО хангоми ҳаракати нақлиёт дар минтақаҳои баландкӯҳ (1400-2700 метр аз сатҳи баҳр) аз меъёри муқарраргардида 1,3 то 2,6 маротиба зиёдтар хориҷ мегардад. Муайян карда шудааст, ки дар баробари хориҷ гардидани СО инчунин, дигар газҳои гулхонагӣ низ аз меъёр зиёд хориҷ мешавад.

Дар асоси таҳқиқотҳо ва дастовардҳои илмӣ маълум карда шуд, ки истифодашавии биосӯзишворӣ, аз қабилӣ биобензин (биометанол, биоэтанол) ва биодизел (эфирӣ глицерин бо кислотаи атсетат, эфирҳои кислотаи калонмолекулаи таркиби глицеридҳои равшанҳо бо спирти метил ё этил) метавонанд ин норасоиро бартараф намоянд, зеро ин номгӯи сӯзишворӣ дар таркиби худ оксигени пайвастро доранд. Хангоми сӯзиши ин гурӯҳи сӯзишворӣ сарфи оксигени ҳаво нисбат ба сӯзиши сӯзишвории дизелии нафтӣ то ба 35% кам мегардад.

Ин афзалиятҳо ба инобат гирифта шуда, солҳои охир истеҳсоли биосӯзишвории моеъ дар шакли саноатӣ ба роҳ монда шудааст. Дар пешрафти ин самти истеҳсолот Амрико ва Аврупо саҳми назарраси худро гузошта истодаанд. Аз ҷониби ин давлатҳо дар ҳамоҳангӣ стандартизатсияи сифати биодизел бо номи «DIN EN - 14214» пешниҳод гардидааст, ки тибқи он ҳама гуна биодизели коркардгардида бояд ба ин стандарт мутобиқат намояд. Ин талабот ба инобат гирифта шуда, як зумра нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ намунаҳои биодизели коркардгардида дар мувофиқа ба стандарти «DIN EN - 14214» муайян карда шуд, ки натиҷаҳои он дар ҷадвали 1 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 1. Нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ биодизелҳои синтезшуда ва мувофиқати он ба талаботи «DIN EN - 14214»

Table 1. Physical and chemical indicators of synthesized biodiesel and its compliance with the requirements of "DIN EN - 14214"

Номгӯи нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ	Нишондиҳандаҳо тибқи талаботи «DIN EN - 14214»	Нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ			Сӯзишвории дизели навъи зимистона ГОСТ 305-82
		Биодизели синтезшуда бо усули атсидолиз	Биодизели синтезшуда бо усули алкоғолиз	Биодизели синтезшуда бо усули омехта	
адади сетани	на камтар аз 51	48,50	52,57	51,54	на амтар аз 45

Зичӣ [ρ] ¹⁵ , г/см ³	0,86-0,90	0,892	0,884	0,890	0,80-0,85
Зичӣ [ρ] ²⁰ , г/см ³	0,72-0,87	0,880	0,876	0,877	0,84-0,86
Часпаки 40°C мм·с ⁻¹	3,5-4,3	5,9	5,4	5,7	1,8-5,0
Часпаки 20°C мм·с ⁻¹	4-5	8,6	8,3	8,5	1,8-5,0
Таркиби фракционӣ °C – ибтидои мобайни (50%) ва интиҳои (96% - и чудошавӣ)	-	275 279 270	272 319 328	274 320 328	280 340 360
Ҳарорати лахтбандӣ °C	на зиёда аз 20°C	-27	-20	-24	аз 10 то 35
Ҳарорати алангагирӣ °C	на камтар аз 120°C	185	161	173	на камтар аз 40
Миқдори сулфур мг/кг ⁻¹	на зиёда аз 10	-	8,25	8,47	на зиёда аз 2000 (0,2%)
Миқдори об мг/кг ⁻¹	на зиёда аз 500	315	330	323	мавҷуд нест

Тавре аз натиҷаҳои бадастовардашуда аён аст, аз рӯи собитаи сетанӣ, ки он ҳамчун сӯзишвории автомобилӣ эътироф гардидани намунаи сӯзишвориро тавсия менамояд, биодизели бо усули атсидолиз ҳосилкардашуда ба яке аз талаботҳои стандартии «DIN EN - 14214» ҷавобгӯй нест, яъне он адади сетании пасттарро дорад. Ин биодизел ба истиснои «адади сетанӣ» дигар ба ҳамаи номгӯи талаботҳои муқарраркардашуда мувофиқат менамояд.

Сабаби дар таркиби намунаҳои биодизели бо усули алкоғолиз ва бо усули омехта синтезшуда, мавҷуд будани сулфур дар он аст, ки ҳангоми экстраксия ва коркарди аминокислотаҳои сулфурдор ва сафедаро, ки дар молекулаҳои сулфурдоранд, қисми ҷудо гардида, тавассути реаксияи этерификация ба эфирҳои мураккаб табдил меёбанд.

Аз сабаби он ки дар синтез бо усули атсидолиз танҳо глицерини таркиби глицеридҳои растанӣ бо кислотаи атсетат ба реаксия дохил мегардад, дар ин намунаи биодизел пайвастиҳои сулфурдор дида намешавад.

Ҳангоми сӯختани сӯзишвории алтернативӣ (биодизел, биоэтанол) нисбат ба сӯзишвории карбогидрогенӣ (сӯзишвории нафтӣ) оксиген камтар сарф мегардад. Мо низ дар ин ҷода як зумра таҳқиқотро гузаронидем. Барои муайян намудани сарфи оксиген дар реаксияи сӯзиш ба сифати моддаҳои таҳқиқшаванда C₈H₁₈ (октан), C₁₅H₃₄ (пентадекан), C₃H₈O (этанол), C₁₉H₃₈O₂ (эфири этилии кислотаҳои стеарин)-ро интиҳоб намуда, реаксияи сӯзиши онро дар иштироки оксиген тартиб дода, муайян карда шуд, ки ҳангоми сӯختани 1 кг ин моддаҳо чӣ қадар оксиген сарф ва гази CO₂ метавонад хориҷ шавад. Натиҷаҳо дар расми 1 баррасӣ карда шудааст.

Дар асоси ҳисоби маводҳои реаксия маълум карда шуд, ки ҳар чӣ қадар массаи молекулаҳои сӯзишвории карбогидрогенӣ камтар бошад, ҳамон қадар оксиген камтар сарф мегардад.

Аз натиҷаҳои бадастовардашуда аён аст, ки адади сетонии биодизели бо усули омехта синтезшуда ба стандарти байналмилалӣ «DIN EN - 14214» мувофиқат менамояд. Ин намунаи биодизел адади сетонии зиёда аз 51 -ро доро мебошад.

Новобаста аз он ки адади сетонии ду номгӯи биодизелӣ (биодизел синтезшуда бо усули алкоғолиз) ва биодизели синтезшуда бо усули омехта (атсидолиз+алкоғолиз) тибқи талаботҳо ҳамчун сӯзишворӣ барои нақлиётҳои муҳаррики дизелидошта мувофиқ аст, дар шароити ҷуғрофии роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон метавонад баъзе норасоӣҳо дошта бошад.

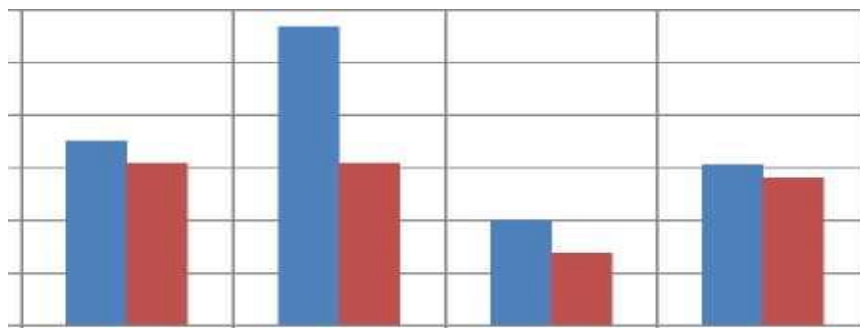
Яке аз чунин норасоӣҳо дар он аст, ки биодизелҳои ҳосилкардашуда нисбат ба сӯзишвории дизелии муқаррарӣ (сӯзишвории нафтӣ) гармии сӯзиши нисбатан пастро дорад, бинобар ин, ҳангоми ҳаракати нақлиёт дар минтақаҳои баландкӯҳ ба суръати ҳаракати нақлиёт метавонад таъсири манфӣ расонад.

Ин нуқтаро ба инобат гирифта, биодизелҳои синтезкардашударо бо сӯзишвории дизелии муқаррарӣ бо таносубиятҳои 1:1, 1:1,5; 1:3; 1:3,5; 1:4; 1:4,5; 1:5; 1:5,5; 1:6; 1:6,5; 1:7;

1:7,5; 1:8; 1:8,5; 1:9; 1:9,5; ва 1:10 (1 ҳисса биодизел ва 1,5.... 10 сӯзишвориҳои дизелии навъи зимистона, ГОСТ 305-82) омехта намуда, таҳқиқотҳо дар стендҳои махсуси лабораторӣ ва бо истифода аз нақлиётҳои муҳаррикҳои дизелидошта гузаронида шуд.

Расми 1. Ҳисоби маводҳо дар реаксияи сӯзиш (сарфи O₂ ва хориҷшави CO₂) – и намунаҳои сӯзишвориҳо дар 1 кг

Figure 1. Calculation of materials in the combustion reaction (O₂ consumption and CO₂ emission) of fuel samples per 1 kg



Эзоҳ: А - C₈H₁₈; В - C₁₅H₃₄; С - C₃H₄O; D - C₁₉H₃₈O₂.

Таҳқиқотҳо нишон дод, ки дар роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки дар баландии то 1200 метр аз сатҳи баҳр ҷой гирифтаанд, таносубияти 1:4 меъёри стандартии ҳаракатро дар автомобил фароҳам меоварад. Дар роҳҳои автомобилгарди баландиашон зиёда аз 1200 метр аз сатҳи баҳр, истифодаи биодизел дар нақлиёти автомобилӣ бо таносубияти 1:5 тавсия дода мешавад.

Барои муайян намудани ҷанбаҳои экологии биодизелҳои синтезкардашуда он дар муҳаррики лаборатории D – 243 ҳамчун сӯзишворӣ истифодагардида, таҳқиқ карда шуд. Натиҷаҳо дар ҷадвали 2 баррасӣ карда шудааст.

Ҷадвали 2. Нишондиҳандаҳои экологии муҳаррики лаборатории D – 243 ҳангоми кор бо сӯзишвориҳои дизелӣ ва биодизелӣ

Table 2. Environmental indicators of the D-243 laboratory engine when working with diesel and biodiesel fuels

Намунаҳои газҳои хориҷшуда	Намунаҳои сӯзишвориҳои истифодашуда			
	А	В	С	Д
n=1400мин ⁻¹				
Оксиди карбонат (II)	0,21	0,24	0,12	0,17
Карбоҳидрогенҳо	0,0013	0,0014	0,001	0,0012
Дуднокӣ	29,7	31,8	23,1	22,7
n=1600мин ⁻¹				
Оксиди карбонат (II)	0,42	0,43	0,31	0,29
Карбоҳидрогенҳо	0,0014	0,0012	0,001	0,001
Дуднокӣ	54,2	56,0	44,0	43,2
n=1800мин ⁻¹				
Оксиди карбонат (II)	0,52	0,53	0,40	0,39
Карбоҳидрогенҳо	0,0015	0,0016	0,001	0,001
Дуднокӣ	68,1	70,2	56,2	56,0
n=2000мин ⁻¹				
Оксиди карбонат (II)	0,58	0,58	0,44	0,44
Карбоҳидрогенҳо	0,0016	0,0017	0,001	0,001
Дуднокӣ	73,9	76,3	63,1	62,9
n=2200мин ⁻¹				
Оксиди карбонат (II)	0,64	0,62	0,46	0,44
Карбоҳидрогенҳо	0,0018	0,002	0,001	0,001
Дуднокӣ	76	79,1	65,4	65,1

Эзоҳ: А – сӯзишвориҳои дизелӣ; В – биодизели синтезшуда бо усули омехта; С – биодизели модификатсиякардашуда (1 ҳиссаи биодизели бо усули омехта синтезшуда + 4 ҳиссаи сӯзишвориҳои дизелӣ); Д – биодизели модификатсиякардашудаи –2 (1 ҳиссаи биодизелӣ бо усули алкоғолиз синтезшуда + 5 ҳиссаи сӯзишвориҳои дизелӣ).

Ҳамин тарик, ҳангоми сӯхтани биодизели бо усули омехта синтезкардашуда гази СО₂, нисбат ба сӯзишворию дизелии нафтӣ ва дигар биосӯзишвориҳо камтар хорич менамояд.

Таҳлилҳо нишон доданд, ки сарфи биодизел нисбат ба сӯзишворию дизелии нафтӣ дар шароити якхелаи кори муҳаррик 27-30% зиёд мебошад. Ин камбудӣ ҳангоми ба биодизел илова намудани сӯзишворию дизелии муқаррарӣ бо таносубияти 1:5 баргараф карда шуд. Ҳангоми модификатсия намудан (илова намудани сӯзишворию дизелии нафтӣ) фарқи сарфи биодизел нисбат ба сӯзишворию дизелии ҳолис дар муҳаррики D – 243 ба 7 – 8% баробар гардида, он ба зиёд гаштани тавоноии муҳаррик мусоидат намуд.

Ҳамин тавр, релеф, иқлим ва мавқеи ҷуғрофӣ роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон ба инобат гирифта шуда, навъи нави сӯзишворию биологии биодизел коркард кард шуд, ки он метавонад дар нақлиёти автомобилӣ ҳамчун сӯзишворию баландсифат истифодашаванда бошад.

АДАБИЁТ

1. Иброгимов Д.Э. Биологически активные вещества масла семян *Vunium persicum*(зира) / Д.Э. Иброгимов, Ш.Х. Усмонова, Ш.Х. Халиков // Вестник Авицены. -Душанбе: ТГМУ им. Абуали ибни Сино, 2010. -т.1. -№2. -С.42-54.
2. Иброгимов Д.Э. Экологические аспекты перспективы применения альтернативных топлив в транспортном секторе Республики Таджикистан / Д.Э. Иброгимов, А.С. Фохаков, Т.М. Махмудова // Вестник Таджикского национального университета. - 2019. -№2. -С.86-93. ISSN-2413-452X.
3. Перспективы применения технических растительных масел флоры Таджикистана для отечественного производства / Д.Э. Иброгимов, Т.С. Маджидов, Т.М. Махмудова, М.А. Зокирова // Наука и инновация. - 2019. - №4. -С.207-211. ISSN-2312-3648.
4. Техника и технология производства и переработки растительных масел / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий [и др.]. –Тамбов: Издательство «ГОУ ВПО ТГТУ», 2010. –С.90.
5. Физико-химические аспекты технологии получения биодизеля на основе масла семян *Eruca sativa* Mill / Д.Э. Иброгимов, Т.М., Махмудова Ф.Д. Иброгимов, Ахмад Дж.Н., Абдул М.Р., Некмухаммад Дж. // Вестник Таджикского национального университета. - 2019. -№3. -С.202-208. ISSN-2413-452X.
6. Физико-химические константы и липидный состав масла плодов дикого винограда - *AMPELORSIS VITIFOLIA* (BOISS) / Аз. А. Улукханов, Д.Э. Иброгимов, Ал.А. Улукханов, К.М. Палавонов, Г.Г. Шодиев // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2015. -№1/5(88). -С.20-23.
7. Халиков Х.Ш. Липидный состав семян - *Ampelopsis vitifolia* (Boiss.) Planch., произрастающего в Таджикистане / Х.Ш. Халиков, Д.Э. Иброгимов // Доклады АН РТ. -Душанбе: Дониш, 2010. -т.53. -№4. -С.290-293.
8. Халиков Ш.Х. Экстракция масла из семян *Acrtium Tomentosum* Mill. (лопуха) и исследование его химического состава / Ш.Х. Халиков, Д.Э. Иброгимов // Сборник научных статей, посвященный к «Дню науки». -Душанбе, 2001. -С.71-72.
9. Эффективные технологии производства биодизеля на основе растительных технических масел/ Д.Э. Иброгимов, Т.С. Маджидов, Х.Ш. Гулахмадов, Т.М Махмудова // Политехнический вестник серия инженерных исследований. -Душанбе: Шинос, 2019. -№1(45). -С.117-121.

АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАИ БИОДИЗЕЛ ҲАМЧУН МОДИФИКАТОРИ СӮЗИШВОРИИ ДИЗЕЛӢ ДАР НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақолаи мазкур маълумот оид ба арзёбии экологии истифодаи биодизел ҳамчун модификатори сӯзишворию дизелӣ дар нақлиёти автомобилӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод шудааст. Маълум аст, ки чӣ қадар нақлиёти автомобилӣ аз сатҳи баҳр баландтар ҳаракат намояд, ҳамон қадар сарфи сӯзишворию зиёд мегардад. Таҳлилҳо дар ин чода нишон доданд, ки яке аз сабабҳои ба миён омадани ин ҳодисаи ғайримуқаррарӣ, норасоии оксиген ҳангоми сӯзиши сӯзишворию нақлиёти мебошад. Дар асоси таҳқиқотҳо ва дастовардҳои илмӣ маълум карда шуд, ки истифодашавии биосӯзишворию, аз қабилӣ биобензин (биометанол, биоэтанол) ва биодизел (эфирӣ глицерин бо кислотаи атсетат, эфирҳои кислотаи калонмолекулаи таркиби глицеридҳои рағанҳо бо спирти метил ё этил) метавонанд ин норасоиро баргараф намоянд, зеро ин номгӯи сӯзишворию дар таркиби худ оксигени пайвастро доранд. Ҳангоми сӯзиши ин гурӯҳи сӯзишворию сарфи оксигени ҳаво нисбат ба сӯзиши сӯзишворию дизелии нафтӣ то ба 35% кам мегардад.

Калидвожаҳо: биодизел, модификатор, сӯзишворию нафтӣ дизелӣ, нақлиёти автомобилӣ, сӯзиш, роҳҳои автомобилгард, адади сетанӣ.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОДИЗЕЛЯ КАК МОДИФИКАТОРА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

В данной статье представлены сведения об экологической оценке применения биодизеля в качестве модификатора дизельного топлива в автотранспортных средствах Республики Таджикистан. Известно, что чем

выше расположены автомобильные дороги над уровнем моря, тем выше расход топлива. Проведённый анализ показал, что одной из причин этого необычного явления является недостаток кислорода при сгорании транспортного топлива. На основании исследований и научных достижений установлено, что использование биотоплива, такого как биобензин и биодизель, позволяет устранить данный недостаток, поскольку эти виды топлива содержат в своём составе связанный кислород. При сгорании этой группы топлив потребление кислорода воздуха снижается до 35% по сравнению со сгоранием дизельного топлива.

Ключевые слова: биодизель, модификатор, нефтяное дизельное топливо, автомобильный транспорт, сгорание, автомобильные дороги, цетановое число.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE USE OF BIODIESEL AS A DIESEL FUEL MODIFIER IN ROAD TRANSPORT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

This article provides information on the environmental assessment of the use of biodiesel as a diesel fuel modifier in vehicles of the Republic of Tajikistan. It is known that the higher the roads are located above sea level, the higher the fuel consumption. The analysis showed that one of the reasons for this unusual phenomenon is the lack of oxygen during the combustion of transport fuel. Based on research and scientific achievements, it has been established that the use of biofuels such as biogasoline and biodiesel can eliminate this disadvantage, since these types of fuel contain bound oxygen. When burning this group of fuels, the consumption of air oxygen is reduced to 35% compared to the combustion of diesel fuel.

Keywords: biodiesel, modifier, petroleum diesel fuel, road transport, combustion, roads, cetane number.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Иброҳимзода Дилшод Эмом* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори илмҳои химия, и.в. профессори кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 905224475**. E-mail: **ibrogimov_75@mail.ru**

Маҳмудзода Таҳмина Муминҷон - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 005-88-51-00**

Иброгимов Фируз Дилшодович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, ассистенти кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 903303334**

Саидзода Муҳаммад Раҳим - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, унвонҷӯи кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 903303334**

Сведения об авторах: *Ибрагимзода Дилшод Эмом* - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, доктор химических наук, и.о. профессор кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Ражабовых, 10. Телефон: **(+992) 905224475**. E-mail: **ibrogimov_75@mail.ru**

Маҳмудзода Таҳмина Муминҷон - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Ражабовых, 10. Телефон: **(+992) 005-88-51-00**

Иброгимов Фируз Дилшодович - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, ассистент кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Ражабовых, 10. Телефон: **(+992) 903303334**

Саидзода Муҳаммад Раҳим - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, соискатель кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Ражабовых, 10. Телефон: **(+992) 903303334**

Information about the authors: *Ibrahimzoda Dilshod Emom* - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Doctor of Chemical Sciences, Acting Professor of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Service. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academician Radjabov street, 10. Phone: **(+992) 905224475**. E-mail: **ibrogimov_75@mail.ru**

Mahmudzoda Tahmina Muminjon - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Service. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academician Radjabov, 10. Phone: **(+992) 005-88-51-00**

Ibrogimov Firuz Dilshodovich - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, assistant of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Service. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academician Radjabov, 10. Phone: **(+992) 903303334**

Saidzoda Muhammad Rahim - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, applicant of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Service. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academician Radjabov, 10. Phone: **(+992) 903303334**

УСУЛҲОИ ШИНОХТИ МАТНИ ДАСТНАВИС БО ИСТИФОДА АЗ ШАБАКАҲОИ НЕЙРОНӢ

Нарзуллоев С.А., Қосимов А.А., Холзода Б.М.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ,
Академияи Вазорати корҳои дохилии Ҷумҳурии Тоҷикистон

Маълум аст, ки зехни инсон тақрибан 90%-и маълумотро тавассути тасвирҳо қабул мекунад. Ҳанӯз одамони давраи палеолит барои нигоҳ доштан ва интиқоли иттилоот дар деворҳои ғорҳо тасвирҳои гуногунро мекашиданд. Бо гузашти вақт интиқоли иттилоот тавассути тасвирҳо қисман бо усули универсалӣ - тавассути хат иваз карда шуд.

Матн дастнавис асосан ҳарфҳо ва аломатҳоро дар бар мегирад. Хусусияти асосии матн, ки муоширатро имконпазир мекунад, дар он мебошад, ки фарқият байни аломатҳои гуногун нисбат ба фарқият байни навиштаҷоти ҳамин аломатҳо назаррас мебошад.

Ҳусни хатти одам аз ишораҳои (штрихҳои) пайдарпай иборат мебошад. Аломатҳои матн дастнавис пайдарпай тартиб дода мешаванд ва як аломат пеш аз саршавии аломати дигар ба анҷом мерасад, аммо истидноҳо низ вучуд доранд. Масалан, дар забони тоҷикӣ ҳангоми гузоштани нуктаҳо дар болои ҳарфи "ё" ва хатчаи болои "ӯ", одатан аввал қисми асосии калима навишта мешавад ва баъд аз он бо гузоштани нуктаҳо ё хатча навиштаҷот ба охир мерасад.

Ҳамаи ҳарфҳо хусусиятҳои оморӣ ва динамикӣ доранд. Хусусиятҳои оморӣ шакл ва андозаи аломатро дар бар мегиранд, хусусиятҳои динамикӣ бошанд, тартиб ва шумораи ишораҳоро дар бар мегиранд. Дар забони тоҷикӣ оид ба вучуд доштан ё надоштани ишораҳои такрорӣ вариантҳо бештар ба назар мерасанд. Ишораи такрорӣ - ин ишора дар ҷое мебошад, ки дар он чизе аллақай навишта шудааст, одатан он барои роҳ надодан ба бардоштани қалам иҷро карда мешавад.

Масъалаҳои зиёди шинохти тасвир барои матн дастнавис вучуд доранд, ки фарқиятҳои аломатҳо ва формулаҳои забонро, ба монанди онҳое, ки дар таҳрири матн истифода мешаванд, дар бар мегиранд. Проблемаҳои шинохти аломатҳои забон дар алифбои калони иероглифҳои чинӣ, хирагана ва катаканаи ҷопонӣ ё ин ки алифбои дастнависи арабӣ, ё ҳуруф (шрифт) дар забонҳои ғарбӣ ва ғайраҳо мавҷуд мебошанд. Аммо бузургтарин проблема дар шинохти матн дастхатӣ, ин мушкилоте мебошад, ки одамон ҳангоми хондани дастхати худ дучор мешаванд.

Якум, ин ки аксарияти аломатҳо метавонанд бо усулҳои гуногун навишта шаванд. Масалан, дар расми 1 услубҳои гуногуни имконпазири хат дар забони чинӣ нишон дода шудааст [9], ки системаҳои муосир онҳоро метавонанд бе душворӣ фарқ ва шинохта кунанд. Одатан, ду одаме, ки ҳусни хатти якхела дошта бошанд, кам ба назар мерасад. Ин масъала бо фарқиятҳои ҳуруфҳо (шрифтҳо) дар масъалаи классикии шинохти матн алоқаманд мебошад. Аммо дар фарқият аз ҳуруфҳо, ҳар як ҳарф дар матн як шахс вобаста аз матн метавонад услуби шахсӣ дошта бошад, ки дар он навиштани ҳарфҳои ихотакарда амалӣ карда мешавад.

Расми 1. Услубҳои имконпазири хат дар забони чинӣ
Figure 1. Possible styles of calligraphy in Chinese

Chinese Fonts

漢鼎繁古印 漢鼎繁顏體

漢鼎簡海報 漢鼎簡黑變

漢鼎繁舒體 漢鼎簡楷體

漢鼎簡草書 漢鼎簡隸變

漢鼎繁中變 漢鼎簡舒體

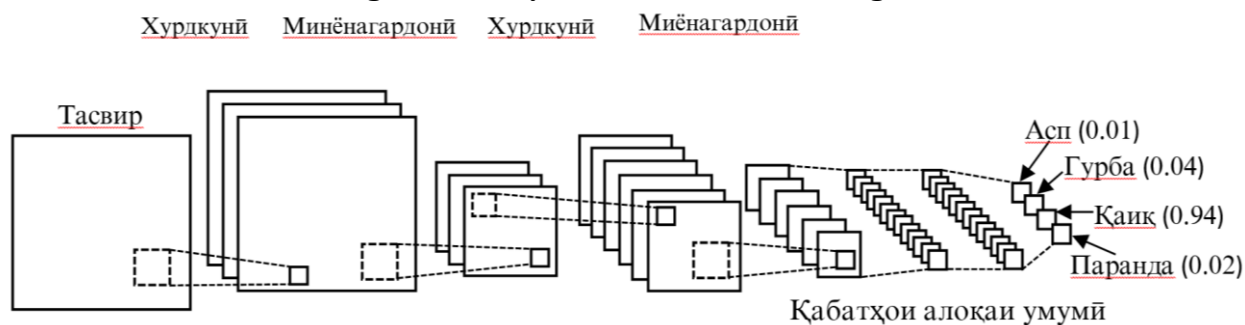
Барои ҳалли ин мушкилот системаҳои муосир модулҳои худомӯзиро истифода меkunанд, ки онҳо ҳусни хатти гуногуни одамнро меомӯзанд ва ин маълумотро ҳангоми қабули қарор истифода мебаранд.

Дуюм, якчанд аломат метавонанд намуди якхела дошта бошанд, ё амалан дар ҳусни хат фарқ наkunанд, ё баъзе ҳарфҳо бонӯқсон навишта шуда, ҳамзамон, ба ҳарфҳои тамоман дигар монанд шаванд. Ин масъала одатан бо истифода аз луғатҳо ҳал карда мешавад, ки дар онҳо барнома метавонад калимаи шубҳанокро дарёфт кунад ва ҳамин тавр, ба хатогиҳо роҳ дода намешавад.

Равиши бештари универсалӣ барои ҳалли масъалаи шинохти матни дастнавис шабакаи нейронӣ мебошад. Шабакаи нейронӣ - ин моделҳои шабакаҳои нейробиологии майнаи сари инсон мебошад, ки дар он нейронҳо бо унсурҳои нисбатан сода, аксар вақт якхела иваз карда мешаванд. Ҷояи шабакаҳои нейронӣ дар доираи назарияи зеҳни сунъӣ, дар натиҷаи кӯшишҳои тақлид кардани қобилияти системаҳои асаби биологӣ барои омӯختан ва ислоҳ кардани хатогиҳо ба вуҷуд омадааст. Шабакаҳои нейронӣ дар соҳаҳои гуногуни илм истифода мешаванд. Масалан: аз системаҳои шинохти нутқ оғоз карда то шинохти сохтори дуҷумдараҷаи сафедаҳо, таснифоти намудҳои гуногуни саратон ва муҳандисии генетикӣ, автоматикунонии равандҳои шинохти намуна, пешгӯӣ, идоракунии мутобиқшавӣ, ташкили системаҳои ташхисӣ, ташкили хотираи тассавуротӣ, коркарди сигналҳои ҳаммонанд ва рақамӣ, синтез ва муайянкунии занҷирҳо ва системаҳои электронӣ ва ғайра.

Шабакаи нейронии маълумтарин, васеъ таҳқиқшаванда ва истифодашаванда - ин шабакаҳои нейронии таҳлилий - Convolutional Neural Network (CNN) мебошад. CNN силсилаҳои нурполоро (фильтр) бо маълумотҳои пикселии коркардкарданашудаи акс барои истихроҷ ва омӯختани хусусиятҳои вазифаҳои сатҳи болотар истифода мекунад, ки намунаи онро сипас барои тасниф истифода бурдан мумкин аст. CNN аз қабатҳои таҳлилий, қабатҳои муттаҳидшуда ва қабатҳои зич (пурра пайвастшуда, нигар ба расми 2) иборат мебошад [8].

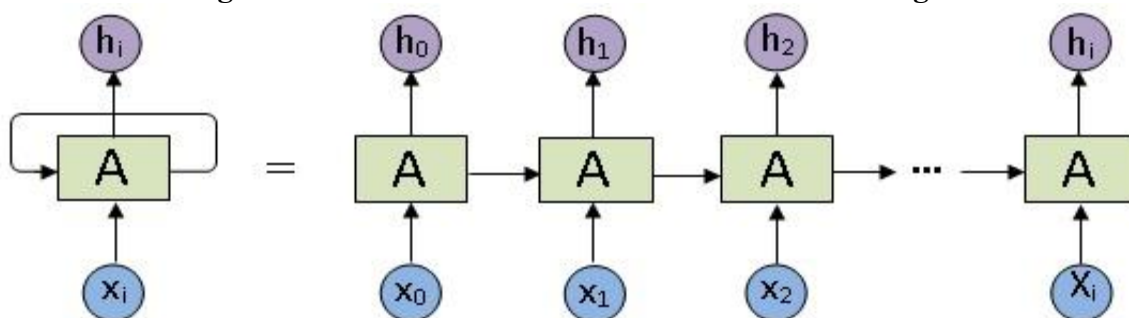
Расми 2. Тарҳи шабакаи нейронии таҳлилӣ
Figure 2. Analytical neural network design



Дар равиши шабакаи нейронӣ усулҳои гуногуни дигар мавҷуданд. Маълумтарини онҳо шабакаҳои нейронии бозгашт (расми 3), шабакаи нейронии Хопфилд (расми 4) ва бисёр дигарон мебошанд.

Шабакаи нейронии бозгашт (recurrent neural networks, RNN, [9; 1]) – ин шабакаи паҳнкунии бевосита буда, дорои як хусусият мебошад: нейронҳо иттилоотро на танҳо аз қабати қаблӣ, балки аз худ аз гузариши қаблӣ маълумот мегиранд. Ин маънои онро дорад, ки тартибе, ки шумо маълумотро ирсол мекунед ва шабакаро меомӯзонед, муҳим мешавад. Шабакаҳои ин намуд барои ба таври худкор пурра кардани иттилоот истифода мешаванд.

Расми 3. Акси тарҳи шабакаи нейронии бозгашт
Figure 3. Photo of the feedforward neural network design

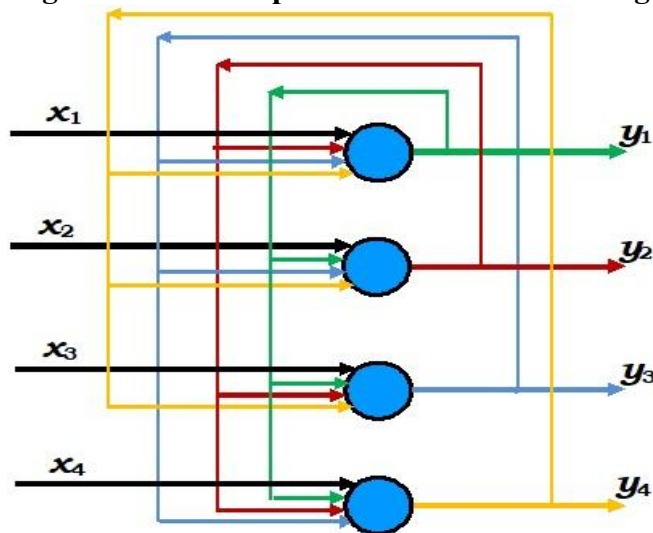


Шабакаи нейронии Хопфилд (Hopfield neural network, HNN) – ин шабакаи нейронии пурра пайвастшуда бо матритсаи симметрии пайвастшавӣ мебошад. Ҳангоми қабули маълумотҳои воридотӣ ҳар як гиреҳ ҳамчун дохилӣ ба ҳисоб меравад, дар ҷараёни омӯзиш он пинҳон мешавад ва сипас ба баромад табдил меёбад. Шабака чунин омӯзонида мешавад: арзишҳои нейронҳо мувофиқи намунаи дилхоҳ муқаррар карда мешаванд ва пас аз он вазнҳо ҳисоб карда мешаванд, ки баъдтар тағйир намеёбанд. Пас аз он шабака як ё якчанд намунаҳоро омӯхта, ба яке аз онҳо наздик мешавад. Ин шабакаро баъзан шабакаи хотираи тассавуротӣ меноманд. Вақте, ки одам як қисми тарҳро мебинад, қисми дуюми тарҳро тасаввур карда метавонад. Ҳамин тавр, ин шабака тарҳи нимғалатро қабул карда, онро ба пуррагӣ барқарор мекунанд.

Дар айни замон системаҳои зиёде коркард шуда истодаанд, ки онҳо қобилияти шабакаҳои нейронии сунъиро нишон медиҳанд. Мисол, шабакаҳое, ки қобилияти такрор кардани нутқи инсон, шинохтани ҳарфҳои дастнавис ва фишурдани тасвирҳоро доранд. Аксари шабакаҳои пуриқтидор, ки ба шинохтани ишора ва овоз нигаронида шуданд, ҳамчун асоси принципи густариши бозгаштро қабул карданд, ки он барои омӯзонидани шабакаҳои бисёрқабата як равиши систематикӣ мебошад.

Ҳар як алгоритми коркардшудаи омӯзиши шабакавӣ афзалиятҳои раднашавандаи худро дорад, аммо камбудии умумии онҳо, ин маҳдудияти қобилияти "омӯхтан" ва "ба ёд овардан" мебошад.

Расми. 4. Акси тарҳи шабакаи нейронии Хопфилд
Fig. 4. Photo of Hopfield's neural network design



Шабакаи нейрониро омӯзонидан – ин маънои ҳисоб кардани коэффитсиентҳои вазни нейронҳоро барои пайваст кардани нейронҳои як қабат бо нейронҳои қабати дигарро дорад. Алгоритми омӯзиш ба омӯзиш бо устод, бе устод ва омехта тақсим мешавад. Алгоритми омӯзиш бо устод истифодаи арзишҳои истинодро ҳамчун арзишҳои баромади шабака дар бар мегирад; ҳангоми омӯзиш бе устод, арзишҳои баромад арзишҳои воқеӣ мебошанд, ки ҳангоми ирсоли тасвири воридотӣ ҳисоб карда шуданд. Дар равиши омехта, як қисми коэффитсиентҳои вазнӣ тавассути омӯзиш бо устод муайян карда мешавад, боқимонда бошад, тавассути худомӯзӣ ба даст оварда мешаванд [6].

Омӯзиши шабакаҳои нейронӣ, ҳатто ҳангоми истифодаи алгоритмҳои самараноктарин, раванди меҳнатталаб мебошад, ки он на ҳамеша натиҷаҳои интизоршударо медиҳад. Мушкилот аз функцияҳои ғайрихаттӣ ба вучуд меоянд ва онҳо миқдори камтарини маҳдудкунандаҳои сершуморро ташкил медиҳанд, ки дар раванди омӯзиш ба онҳо дучор шудан мумкин аст.

Ба натиҷаҳои омӯзиш интиҳоби арзишҳои ибтидоии вазнҳо - ибтидосозии шабакаи нейронӣ таъсири калон мерасонад. Мутаассифона, усули ҳамаҷонибаи интиҳоби вазнҳо вучуд надорад, аз ин рӯ, асосан дар амалия интиҳоби тасодуфии вазнҳо бо тақсимои яххелаи арзишҳо дар фосилаи додашуда истифода мешавад.

Барои баланд бардоштани сифати кори шабакаи нейронӣ, алгоритмҳои мураккабтари ибтидосозӣ истифода мешаванд, масалан, алгоритми тақлидкунии бозпӯхт, алгоритмҳои генетикӣ, алгоритми таҳаввулотӣ ва ғайра.

Қисми муҳимми ҳар гуна системаи шинохти аломатҳо, зерсистемаи сегментатсия мебошад. Фарқкунии калимаҳои навишташуда дар тасвир ва ҷудо кардани ҳарфҳо дар калимаҳо кори хеле меҳнатталаб мебошад, ки он нисбат ба ҳуди раванди шиноختан тавачҷуҳи зиёдро талаб мекунад. Боз муҳимтараш системаи ҷудо кардани нишонаҳо мебошад, ки он бояд хусусиятҳои беназири ҳарфҳои интиҳобшударо дарёфт карда, ҳарфҳои нолозимро хорич кунад.

Мошини муосири шинохти матн дастнавис бе луғат ва зерсистемаи шинохти матн вучуд дошта наметавонад. Онҳо ба мошин имконият медиҳанд, ки маълумоти берунаро барои ҳалли ҳолатҳои низоъӣ истифода кунад, масалан, ҳангоми муайян кардани фарқият байни ҳарфҳои хурд ва калон ё фаҳмидани аломатҳои норавшан навишташуда.

АДАБИЁТ

1. Бондарев В.Ю. Искусственная нейронная сеть как средство и метод статистической обработки данных / В.Ю. Бондарев, А.С. Сорокин, Е.Л. Кротова // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. - 2016. - №2(20). -С.19-22.
2. Делегодина Л.А. Прогноз энергопотребления в АСКУЭ ННЦ искусственной нейронной сетью / Л.А. Делегодина // Проблемы информатики. – 2012. -№1(13). -С.66-72.
3. Маркин Е.И. Распознавание рукописного текста с использованием нейронных сетей / Е.И. Маркин, В.В. Зупарова, И.И. Сальников // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. -№3-2. -С.44-47.
4. Рыков В.П. Модульный принцип обучения искусственных нейронных сетей на примере известных нейросетевых топологий / В.П. Рыков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. -Т.19. -№2. -С.583-586.
5. Elman J.L. Finding Structure in Time / J.L. Elman // Cognitive Science. - 2004. -P.179–211.
6. Goodfellow I. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series) / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville // Cambridge: The MIT Press. - 2016. -800 p.
7. Hopfield J.J. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities / J.J. Hopfield // PNAS. - 1982. -P.2554-2558.
8. Krizhevsky A. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks / A. Krizhevsky, I. Sutskever, G.E. Hinton // Advances in neural information processing systems. - 2012. –P.1097–1105.
9. Srihari S.N. Offline Chinese Handwriting Recognition: A Survey. Frontiers of Computer Science in China / S.N. Srihari, X. Yang, G.R. Ball // Frontiers of Computer Science in China. – 2007. -Vol. 1. -Issue 2. -P.137–155.
10. [Electronic resource]. URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view.id=1953>.

УСУЛҲОИ ШИНОХТИ МАТНИ ДАСТНАВИС БО ИСТИФОДА АЗ ШАБАКАҲОИ НЕЙРОНӢ

Дар мақолаи мазкур усулҳои шинохти матни дастнавис бо истифода аз шабакаҳои нейронӣ дида баромада шудааст. Хусусиятҳои шабакаҳои нейронӣ дар зехни сунъӣ таҳлил карда шуда, масъалаҳои ҳалталаби шинохти аломатҳои забон дар алифбои дастнависи забонҳои гуногун, аз ҷумла алифбои забонҳои шарқӣ ва ғарбӣ муайян карда шудааст. Матни дастнавис асосан ҳарфҳо ва аломатҳоро дар бар мегирад. Хусусияти асосии матн, ки муоширатро имконпазир мекунад, дар он мебошад, ки фарқият байни аломатҳои гуногун нисбат ба фарқият байни навиштаҷоти ҳамин аломатҳо назаррас мебошад. Ҳамаи ҳарфҳо хусусиятҳои омӯрӣ ва динамикии доранд. Хусусиятҳои омӯрӣ шакл ва андозаи аломатро дар бар мегиранд, хусусиятҳои динамикии бошанд, тартиб ва шумораи ишораҳоро дар назар дорад.

Калидвожаҳо: матни дастнавис, аломат, шакл, сканер, тасвир, шинохт, басомад, пиксел, симои рақамӣ, шабакаҳои нейронӣ.

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В данной статье рассматриваются методы распознавания рукописного текста с помощью нейронных сетей. Проанализированы свойства нейронных сетей в искусственном интеллекте и определены проблемы распознавания языковых символов в крупных языковых средах, а также в рукописном алфавите, буквах (шрифтах) восточных и западных языков. Рукописный текст в основном включает буквы и знаки. Основная особенность текста, делающая возможной общение, состоит в том, что разница между разными символами более значительна, чем разница между написаниями тех же символов. Все буквы имеют статистические и динамические функции. Статистические функции включают форму и размер символов, а динамические функции - порядок и количество символов.

Ключевые слова: рукописный текст, знак, форма, сканер, изображение, распознавание, частотность, пиксель, цифровой портрет, нейронная сеть

HANDWRITING RECOGNITION METHODS USING NEURAL NETWORKS

This article discusses methods for recognizing handwritten text using neural networks. The properties of neural networks in artificial intelligence are analyzed and the problems of recognizing language symbols in large language environments, as well as in the handwritten alphabet, letters (fonts) of Eastern and Western languages, are identified. Handwritten text mainly includes letters and signs. The main feature of text that makes communication possible is that the difference between different symbols is greater than the difference between the spellings of these same symbols. All letters have statistical and dynamic functions. Statistical functions include the shape and size of symbols, and dynamic functions include the order and number of symbols.

Keywords: handwritten text, sign, shape, scanner, image, recognition, frequency, pixel, digital portrait, neural network

Маълумот дар бораи муаллиф: *Нарзуллоев Саидаҳмад Абдусаидович* - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи информатика ва техникаи ҳисоббарор. **Суроға:** 734042, Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 900548484. E-mail: n.said-65@mail.ru

Қосимов Абдунаби Абдурауфович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи системаҳои автоматикунории идоракунии. **Суроға:** 734042, Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 928436453. E-mail: abdunabi_kbtut@mail.ru

Холзода Бахтиёр Мулло - сардори кафедраи фанҳои муҳандисӣ-техникии факултети №3 Академияи ВҚД Ҷумҳурии Тоҷикистон. **Суроға:** 734025, г. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи М.Мастонгулов, 3. **Телефон:** (+992) 935272125. **E-mail:** bakha1983@mail.ru

Сведения об авторах: *Нарзуллоев Саидахмад Абдусайдович* – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. **Телефон:** (+992) 900548484. **E-mail:** n.said-65@mail.ru

Косимов Абдуноби Абдурауфович – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. **Телефон:** (+992) 928436453. **E-mail:** abdunabi_kbtut@mail.ru

Холзода Бахтиёр Мулло – заведующий кафедрой инженерно-технических дисциплин факультета №3 Академии МВД Республики Таджикистан. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица М. Мастонгулова, 3. **Телефон:** (+992) 935272125. **E-mail:** bakha1983@mail.ru

Information about the authors: *Narzulloev Saidahmad Abdusaidovich* - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics and Computer Engineering. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. **Phone:** (+992) 900548484. **E-mail:** n.said-65@mail.ru

Kosimov Abdunabi Abdurafovich – Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automated Systems. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Radjabov Street, 10. **Phone:** (+992) 928436453. **E-mail:** abdunabi_kbtut@mail.ru

Kholzoda Bakhtiyor Mullo – Head of the Department of Engineering and Technical Disciplines of Faculty No. 3 of the Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Tajikistan. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, M. Mastonqulov Street, 3. **Phone:** (+992) 935272125. **E-mail:** bakha1983@mail.ru

ОМУЌИШИ ТАЧРИБАҲОИ МУОСИРИ ЧАҲОНИЮ ВАТАНИ ОИД БА САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКИИ БИНОҲОИ ШАҲРВАНДИ

Қаландаров Д.Ф., Шокиров Р.М., Каримов Н.М., Рабиев К.Р.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Муқаддима. Таҷрибаҳои ҷаҳонӣ нишон медиҳанд, ки дар даҳсолаи охир мушкилоти норасоии энергия, сарфаҷӯӣ ва самаранокии энергия яке аз масъалаҳои мубрам ба ҳисоб меравад. Тамом шудани захираҳои энергетикӣ, тағйирёбии бо суръати иқлим ва зиёд шудани аҳолии кураи замин яке аз сабабҳои ба миён омадани мушкилоти зикргардида мебошад. Сабаби дигари харочоти барзиёди энергияи барқ маҳсусан дар фасли зимистон дар он аст, ки танҳо дар як қатор кишварҳои тараққикарда биноҳои шаҳрвандӣ ба воситаи гармидиҳии марказонидашуда бо системаи гармидиҳии умумӣ ба гармӣ таъмин карда мешаванд. Марказҳои маъмурии ноҳияҳо ва шаҳраку шаҳрҳои хурд ба маркази барқу гармидиҳии умумӣ дастрасӣ надоранд. Агар биноҳои шаҳрвандӣ бо назардошти талаботҳои асосии энергиясамаранокӣ тархрезӣ ва бунёд карда нашаванд, пас ҳар миқдор энергияе, ки ҳамарӯза дар дунё истехсол карда мешавад, барои истифодаи аҳоли ва таъмини микроиқлими муҳити дохилаи бино кифоягӣ намекунад. Дар баъзе кишварҳои дунё шумораи зиёди аҳоли дар деҳот зиндагонӣ мекунанд ва мушкилии норасоии гармиро онҳо хуб эҳсос менамоянд. Новобаста аз он, ки кӯчидани аҳоли ба шаҳрҳо зиёд ба чашм мерасад ва талабот ба биноҳои баландошёнаи истиқоматӣ дар ҳоли афзоиш қарор дорад.

Ҳалли масъалаи мазкур барои маҳалҳои актуалӣ мебошад, ки дар онҳо аз як тараф, таъминоти захираҳои хусусӣ нокифоя буда, аз тарафи дигар, шароитҳои иқлимӣ номатлуб доранд [7]. Ба ин шароитҳои иқлимӣ ҳудудҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон низ шомиланд.

Дар вақти лоиҳасозӣ масъалаҳои таъмин намудани ҳимояи ҳучраҳо аз гармӣ дар давраи тобистон ва таъминоти шароитҳои мусоиди гарминигордорӣ дар фазои дохилаи бино дар давраи сармо, ки ҷавобгӯи ниёзҳои зарурии одамон аст, ниҳоят муҳим мебошад.

Ниёз ба захираҳои энергетикӣ барои эҳтиёҷи сохтмони ҷумҳурӣ дар 33 соли охир тақрибан 25 карат зиёд гардида, ҳоло бошад, васеъ гардидани ин масъалаи ҳалталаб зиёдтар ба назар мерасад.

Мавод ва усулҳои таҳқиқот. Солҳои 80-уми қарни XX як қатор пешниҳодҳо ва усулҳо оид ба муайян намудани гармимуҳофизии конструксияҳои иҷтимоии беруна коркард гардид, аз ҷумла усулҳои баҳодихии маҷмуи самаранокии гармимуҳофизии конструксияҳои қабатҳои деворҳои беруна аз ҷониби як қатор олимони пешниҳод гардидаанд [1; 2; 7].

Бо усулҳои зикргардида таҳлили самаранокии энергетикӣ конструксияҳои қабатаҳои деворҳо ба роҳ монда мешавад, инчунин интиқоли гармӣ ва муқовимати гармигузаронии конструксияҳои иҷтимоии берунаи бисёрқабатаро муайян кардан мумкин аст.

Усулҳои болозикр исбот намуданд, ки андозаҳои ғафсии конструксияҳои иҷтимоии беруна аз нигоҳи гармимуҳофизӣ ҳарчанд ҷавобгӯи меъёрҳо бошанд, аз лиҳози сарфи масолахҳо ва равандҳои истехсолӣ ҳангоми омода кардани конструксияҳои мазкур ҷавобгӯӣ намебошанд.

Ивансов А.И. дар таҳқиқоти илмӣ худ, усули ҳисоб кардани гармигузаронӣ, ҳолати намнокшавии масолахҳои пардозии гармимуҳофизро бо назардошти истифодабарии таъсиротҳои иқлимӣ ва таркиби дигар қабатҳои конструксияҳои иҷтимоӣ пешниҳод менамояд [7].

Ч тавре дар боло қайд намудем, масъалаи самаранокии энергия дар дунё бо пайдо шудани мушкилоти норасоии энергия ба солҳои 80-уми асри XX рост меояд. Дар Осиёи Миёна, алалхусус Ҷумҳурии Тоҷикистон масъалаи мазкур аввалҳои асри XXI бинобар

сабаби оғози сохтмони биноҳои синҷӣ аз оҳанубетонии яклухт бо иловаи қабатҳои гармимуҳофиз мавриди диққат қарор гирифтааст.

Костин В.И. дар қорҳои илмию-таҳқиқотии худ роҳҳои ҳал ва баландбардории нишондиҳандаҳои гармимуҳофизии таркиби конструксияҳои ихтавии биноҳои истехсолиро баррасӣ намуда, инчунин принципҳои кам намудани гармихориҷшавиро ба воситаи конструксияҳои ихтавӣ дар шароити иқлими номусоид пешниҳод намудааст. Дар қорҳои илми олими мазкур таҳлил ва натиҷагирӣ вобаста аз речаи намии хучра ва конденсатсияи намӣ ҳангоми ҳарорати ҳавои беруна аз 0°C то -39°C будан баррасӣ гардидааст [7].

Костин В.И. қайд намуданд, ки баландшавии намии ҳаво дар хучра, зарурати ҳисобҳои санҷиширо ҳангоми ҳарорати ҳавои беруна баробари 0°C будан ба вуҷуд меорад [7].

Езерски В.А. ва Монастирёв П.В. дар қорҳои илмӣ-таҳқиқотӣ ва истехсолиашон ба ҳулосае омадаанд, ки истифодаи масолахҳои гаронарзишу дарозумр бо мақсади баланд бардоштани гармимуҳофизии биноҳо имконияти сарфи иқтисодиро якҷанд маротиба кам карда, хароҷотҳои зиёдатиرو бартараф менамоянд.

Дар баробари таъмини гармимуҳофизии конструксияҳои ихтавӣ, ба самаранокии энергетикӣ биноҳо метавонад ҳалҳои тарҳию-ҳаҷмӣ таъсир расонад. Инчунин, масъалаи мазкур аз ҷониби муҳаққиқони зикргардида дар қорҳои илмиашон бо пешниҳоди ҳалҳои тарҳию ҳаҷмӣ биноҳои як қисмати бисерошёна баррасӣ гардидааст [7].

Дар таҳқиқотҳои олим Корниенко С.В. гузариши якҷояи гармӣ ва намӣ дар конструксияҳои ихтавӣ баррасӣ гардидааст [7].

Жуков А.В. дар қорҳои илмию таҳқиқотии худ, таҳқиқи интиқоли гармӣ ва намиро дар деворҳои ихтавии аз конструксияи чубин ҳангоми тағйирёбии ҳарорати ҳаво ва намнокии ҳаво пешниҳод намудааст [7].

Олим Шойхет Б.М. таҳлили таъсирҳои нишондиҳандаҳои пайваستҷойҳои сард, ҳавогузаронию гармигузаронӣ ва сифати насби қабатҳои конструксияҳои ихтавии энергияи самаранокро бо намои ҳавогузар, ки аз қабати ҳавоӣ ва қабати пардозӣ иборат мебошад, баррасӣ намудааст [7].

Олим ва муҳаққиқи дигар Корнилов Т.А. [7] дар асоси омӯзишҳои воқеӣ қайд намудааст, ки биноҳое, ки дар минтақаҳои иқлимашон номусоид мебошад ва бо намои ҳавогузар бунёд мегарданд, дорои камбудии назаррас мебошанд.

Самарин О.Д. дар мақолаи худ дар бораи муҳимияти сардии сатҳи дохилаи деворҳои бино ва кунҷи деворҳои беруна ҳангоми хомӯш будани гармигаъминкунӣ овардааст [16].

Хуторно А.Н. роҳҳои баланд бардоштани нишондиҳандаҳои гармимуҳофизии деворҳои берунаи яклухти биноро бо истифода аз керамзитобетон пешниҳод кардааст. Олим қайд менамояд, ки сохтани қабатҳои иловагии амудии гармимуҳофиз имкон медиҳад вазни деворро то 20 ҷисад кам ва муқовимати гармигузарониашро аз 30 то 50 ҷисад зиёд намояд [14].

Хуторно А.Н. дар асоси таҳқиқоти назариявӣ ва таҷрибавии иловаҳои гармимуҳофиз технологияҳои ададиро таҳия намуда, он имконияти пешгӯӣ намудани ҳолати гармигузаронии деворҳои аз керамзитобетон ва санг бунёд гардида барои шароити табиӣ иқлимӣ номусоид баҳогузорӣ намуда, қабатҳои гармимуҳофизро тавсия кардааст [12].

А.Н. Хуторно усулҳои ғайрестатсионарии интиқоли гармии фазоиро дар порҷаи кунҷҳои деворҳои конструксияшон гуногунҷинсаи чубин коркард намудааст [4]. Олим инчунин муайян кард, ки чи гуна гармӣ дар майдон тақсим мегардад.

А.И. Богоявленский дар мақолаҳои илмӣ худ масъалаи баҳисобгирии муқовимати гармигузаронии конструксияҳои ихтавиро бо назардошти речаҳои статсионарӣ ва ғайрестатсионарӣ дида баромадааст [9].

А.Г. Перехоженцев дар қорҳои илмӣ худ, оиди мушкилии ҷамъшавии намӣ дар конструксияҳои бисёрқабатаи деворҳои беруна таҳқиқотҳои илмӣ гузаронидааст [11].

Инчунин, олим дар саволҳои мутааллиқ ба лоихакаи конструкияҳои зикргардида бо мақсади таъмини сифати гармимуҳофизӣ ва речаи муътадили намӣ бо назардошти шароити истифодабарии фасли зимистон қорҳои илмӣ ба анҷом расонидааст.

Дар қорҳои илмию таҳқиқоти Береговой А.М. натиҷаҳои санҷиши конструкияҳои дорои энергия-фаъл, ки дар пайвастиҳои деворҳои беруна ё ин ки қисмҳои равшанигузарони ихтавӣ ҳангоми лоихакашию азнавсозӣ ҷойгир карда мешаванд, баррасӣ намудааст [7].

Дар таҳқиқотҳои илмию ҷустуҷӯи А.Н. Машенков таснифоти мубодилаи гармии конвективи берунаи пайдарпай дар ҷардидаанд [8].

Дар таҳқиқотҳои илмиаш Богословский В.Н. муайян кард, ки гармиворидшавиро тавассути боми ҳавогузари бино ва қабати ҳаво дар фасли тобистон ҳангоми речаи ғайристационарӣ метавон кам намуд [5]. Таҳқиқотҳои гузаронидаи олим нишон дод, ки ҳангоми дар болопуши бино боми ҳавогузар ва қабати ҳаво илова нашуда бошад, он гоҳ гармиворидшавиро то 30-40 фсад зиёд эҳсос кардан мумкин аст.

Дар қорҳои илмию як қатор олимони масъалаи гармигузаронӣ ба воситаи деворҳои таҳхона омӯхта шуда, таҳқиқотҳои онҳо мутааллиқ ба речаи гармии конструкияҳои якҷинса мебошад [7].

Натиҷаҳои таҳқиқоти В.В. Иванов интиқоли гармии стационарро бо назардошти фасли зимистон дар бар гирифта, инчунин, ба речаи гармигузаронии деворҳои беруна вобаста буда, ҳулосаи нишондиҳандаҳои ҳарорат ва зичии селани гармӣ дар нуктаи тавсифшуда ба даст оварда шудааст [7].

Дар қорҳои М.С. Кононов масъалаҳои таъсири намудҳои гуногуни масолаҳои гармимуҳофизи конструкияҳои ихтавӣ бо назардошти сарфаи захираҳои энергетикӣ, ки барои таъмини гармии муҳити дохилаи бино лозиманд, омӯхта шудаанд [7].

Раванди гармигузаронӣ тавассути кунҷҳои деворҳои беруна аз ҷониби Бородин А.И. [7] омӯхта шуда, қайд намудааст, ки пайдошавии нуктаи шабнам аз ҳарорат вобастагӣ нашоа аз ҳисоби намнокии муҳит ба вучуд меояд.

Ҳамзамон, Бородин А.И. барои муайян намудани муқовимати гармигузаронии талаботӣ як қатор формулаҳо пешниҳод намудааст, ки пайдо нашудани нуктаи шабнамро дар конструкияҳои ихтавию беруна қафолат медиҳанд.

Аз ҷониби Куприянов В.Н. таҳқиқотҳо оид ба конденсатсияи намӣ гузаронида шуда, меъёрҳо ва қонуниятҳои конденсатсияи намиро ҳангоми тағйирёбии ҳаво беруна дар як шабонарӯз пешниҳод намудааст [7].

Мутахассисони олмонӣ муайян намуданд, ки ҳалли дурусти гармимуҳофизи конструкияҳои ихтавию берунаи бино, метавонад дар ин сурат хароҷоти энергияи аз ҳисоби таҷҳизотҳои муҳандисӣ истехсол шавандаро то ба 50 фсад, ё ин ки аз он зиёдтар масраф наояд [15].

Дар умум, масъалаи сарфачӯӣ ва самаранокии энергия дар ҳаҷон муҳим арзёбӣ гардида, олимону муҳаққиқонро водор менаояд, ки ҷиҳати ҳалли он таҳқиқотҳои нав бо назардошти рушди инноватсия гузаронида, фикрҳо ва пешниҳодҳои муосирро пешниҳод наоянд.

Муҳимият ва ақтуалӣ будани сарфаи захираҳои сӯзишворию энергетикӣ, зарурати баланд бардоштани нишондиҳандаҳои гармимуҳофизи биноҳои навбунёдшавандаро ба инобат гирифта, Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷиҳати ҳалли мушкилии зикргардида, қонуну қарорҳои махсус қабул намудааст, ки аз ҷумлаи онҳо Қонун “Дар бораи сарфачӯӣ ва самаранокии энергия”, «Стратегияи рушди иқтисоди «Сабз» дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2037», “Стратегияи рушди соҳаи сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030” ва дигар Қарорҳои Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод гардидааст.

Бо мақсади амалишавии қонуну қарорҳои Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ҷониби Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон як қатор меъёру қоидаҳои нави сохтмонӣ мавриди истифодабарӣ қарор гирифтаанд. Аз ҷумла, меъёру қоидаҳои сохтмони МҚС ҚТ 23-02-2021 «Гармимуҳофизи биноҳо», МҚС ҚТ 23-01-2018

«Иқлимшиносии сохтмон», МҚС ҚТ 41-01-2009 “Гармкунӣ, ҳавоивазкунӣ ва ташкили муҳити зист” [7], ки онҳо ҳоло ҳуччатҳои меъёрии асосӣ дар лоиҳасозии гармимуҳофизии биноҳо ба шумор мераванд.

Чустучӯҳои илмию таҳқиқотие, ки аз тарафи Назиров Р.А. гузаронида шудааст, натиҷаҳои ҳароратро дар сатҳи дохилии қисмҳои кунҷӣ, ки конструкцияҳо бо истифода аз унсурҳои металлӣ муҳофизат мекунанд, пешниҳод кард. Олим муайян кардааст, ки истифодаи лавҳаҳои алюминий хеле самаранок аст, инчунин, андозаи самараноки геометрияро аз рӯи таъсири онҳо ба ҳарорати сатҳи дохилии кунҷҳои конструкцияи ихотаӣ муайян кардааст [7].

Ҳангоми лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодабарии биноҳо яке аз вазифаҳои муҳим кам кардани истеъмоли захираҳои сӯзишворӣ ва энергетикӣ мебошад, ки ба самаранокии техникӣ ва иқтисодии биноҳо ва конструкцияҳои ихотаӣ оварда мерасонад.

Таҳқиқотҳои зиёде дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар самти баланд бардоштани шароити муҳити микроиклимӣ дохили ҳучра аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки ҳалли ин мушкилӣ диққати махсусро айни замон талаб менамояд.

Якубов Н.Х. қайд намуданд, ки бунёди қабати ҳавогузар дар болопӯш бо миқдори кофии мубодилаи ҳаво инчунин, бо назардошти речаи шамол дар минтақа имконият медиҳад, ки гармшавии конструкцияи ихотавиро дар давоми соатҳои рӯз коҳиш диҳад [16].

Чораҳои маҷмуии ҳифзи биноҳоро аз гармшавӣ дар шароити иқлими гарм профессор Нигматов И.И дар қорҳои илмиаш баррасӣ кардааст. Муаллиф қайд мекунад, ки экранкунонии лавҳаи девори якқабатаи аглопоритобетонӣ бо ғафсии 200 мм ва зичии 810 кг/м³ ҳангоми мавҷудияти қабати ҳавоии ҳавогузари ғафсиаш 120 мм имкон медиҳад, ки нишондиҳандаи максималӣ ва ҳам миёнаи шабонарӯзии чараёни гармӣ, ки тавассути деворҳо ба ҳучра равона карда шудаанд, 2,6 маротиба кам карда шавад. Афзоиши самаранокии қабатҳои ҳавогузар ҳангоми якҷоя кардани қабатҳои амудӣ ва уфуқӣ ба амал меояд [10].

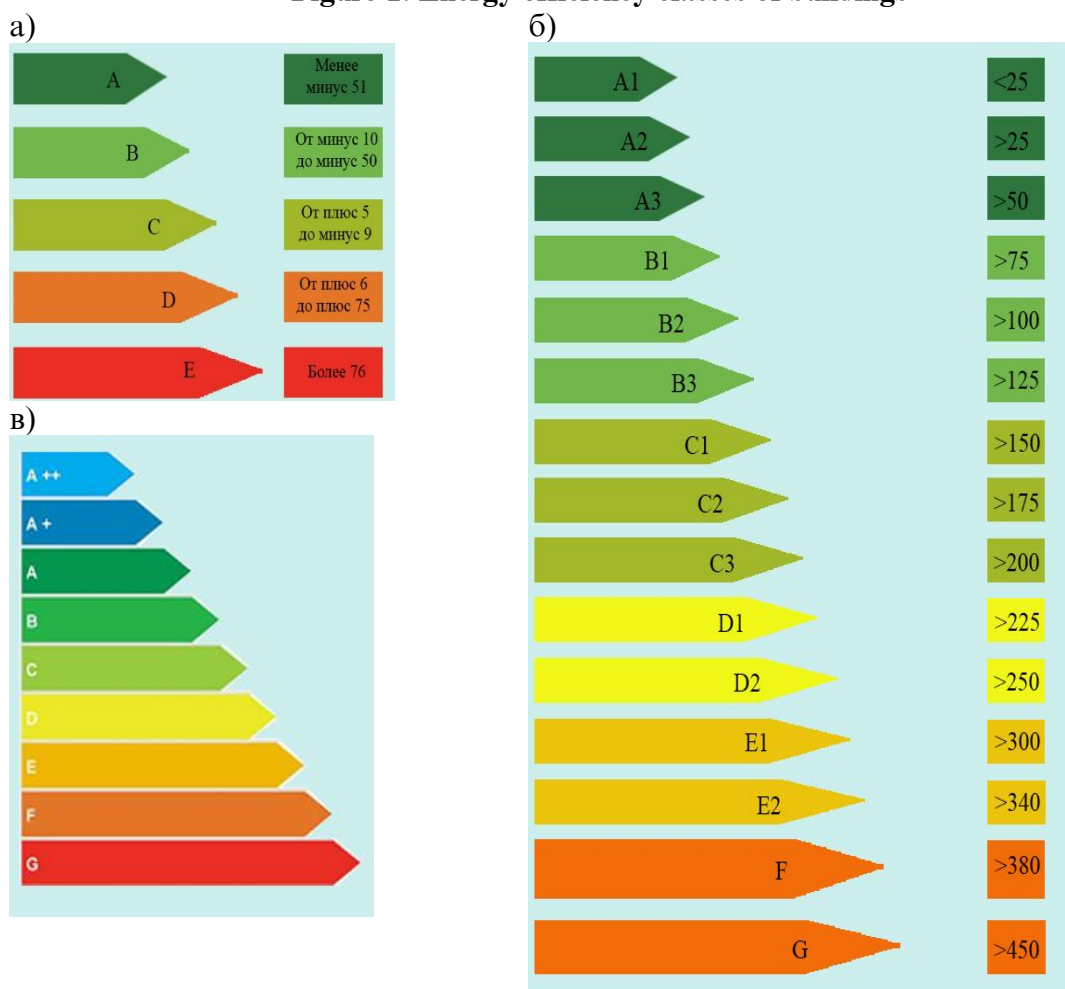
Усманов Ш.З. дар қори худ оиди асосноккунӣ ва таҳияи ҳалҳои тарҳию ҳаҷмӣ, баланд бардоштани гармимуҳофизӣ дар биноҳои азнавсозишаванда бо мақсади баланд бардоштани нишондиҳандаҳои энергетикӣ ва таъмини бароҳатӣ дар дохили ҳучраҳо дар шароити иқлимӣ шимолӣ Тоҷикистон равона гардидааст [13].

Дар таҳқиқотҳои Ҳасанов Н.Н., Шокиров Р.М., Каримов Н.М., Гулямов Б.А. масъалаҳои асосии лоиҳакашии биноҳои шаҳрвандӣ ва ҳалли конструктивӣ онҳо бо назардошти шароити табию иқлимӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ гардида, махсусан якҷанд намуди конструкцияҳои ихотавӣ берунаро барои истифодабарӣ тавсия намудаанд. Аз ҷониби муаллифони болозикр нишондиҳандаҳои иқлимӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон мавриди таҳлил ва омӯзишу баррасӣ қарор гирифтаанд [15; 7].

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон пайваста ба масъалаи сарфаи энергия ҳангоми лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодаи биноҳои шаҳрвандӣ диққати махсус дода мешавад. Тибқи меъёрҳои болозикр, самаранокии энергетикӣ биноҳо дар ҷумҳурӣ ба 5 синф тақсим карда мешаванд. Бо вучуди ин, дар Ҷумҳурии Тоҷикистон нисбати дигар мамлакатҳо шумораи ками синфҳои энергиясамаранокӣ тибқи МҚС ҚТ 23-02-2021 “Гармимуҳофизии биноҳо” ва фосилаҳои хеле васеъ муайян шудааст (расми 1).

Бояд қайд намуд, ки биноҳои шаҳрвандӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бунёдшаванда дар марҳилаи аввал ҳангоми лоиҳакашӣ, синфи самаранокии энергетикашон муайян карда мешавад, марҳилаи дуюм ҳангоми сохтмон ба ҳалли тарҳию ҳаҷмӣ ва конструктивӣ, тибқи лоиҳа диққат дода шуда, марҳилаи ниҳой, яъне ҳангоми истифодабарии бино нишондиҳандаҳои воқеӣ бо назарявӣ муқоиса карда мешаванд.

Расми 1. Синфҳои энергиясамаранокии биноҳо
Figure 1. Energy efficiency classes of buildings



а) Ҷумҳурии Тоҷикистон, б) Ирландия, в) Австрия

Хулоса, проблемаи сарфа намудани захираҳои энергетикӣ яке аз масъалаҳои муҳимтарини ҷаҳони муосир ба ҳисоб меравад. Масъала дар он аст, ки аз сатҳи гармимуҳофизии бино сатҳи хузуру ҳаловат ва сифати истифодабарии биноҳо вобастагии зиёд дорад. Дар сохтмон сарфи назарраси хароҷоти энергияи гармиро аз ҳисоби баланд бардоштани энергосамаранокии конструкцияҳои ихтавӣ ва истифодаи системаҳои самараноки гармиаъминкунӣ дар давраи замистон ва салқинкунӣ дар давраи тобистон таъмин намудан имконпазир мебошад.

Таҷрибаҳои ҷаҳонӣ нишон медиҳанд, ки самаранокии энергетикӣ биноҳо дар марҳилаҳои гуногуни лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодабарӣ бояд ҳисоб ва таҳия карда шаванд.

Синфҳои самаранокии энергия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон назар ба дигар кишварҳо камтар мебошад, аз ин лиҳоз, вобаста ба шароити ҷаҳони муосир ва будубоши одамон моро лозим меояд, ки дар оянда ҳангоми тағйиру иловаҳо ворид намудан ба МҚС ҚТ 23-02-2021 “Гармимуҳофизии биноҳо” синфҳои самаранокии энергия иваз карда шаванд.

АДАБИЁТ

1. Альтшуллер, Е.Н. О показателе удельной энергоёмкости в индустриальном домостроении / Е.Н. Альтшуллер // Бетон и железобетон. - 1982. -№8. -С.27-28.
2. Альтшуллер, Е.Н. Эффективность применения слоистых стен в монолитном домостроении / Е.Н. Альтшуллер // Бетон и железобетон. - 1993. -№2. -С.27-28.
3. Гиндоян, А.Г. Тепловой режим конструкций полов / А.Г. Гиндоян. -М.: Стройиздат, 1984. -С.222.
4. Иванов, В.В. Нестационарные температурные режимы многослойных ограждающих конструкций в летнее время / В.В. Иванов, И.И. Сахно, Л.В. Карасёва // Изв. вузов. Строительство. - 2004. -№3. -С.9-13.

5. Карауш, С.А. Математическая модель задачи нестационарного теплопереноса в подвальном помещении жилого здания / С.А. Карауш, И.А. Лысак, М.В. Анисимов // Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века: 4 междунар. науч.-практич. конф. 5-6 апреля 2006 г. -М.: МИКХиС, 2006. - С.474-477.
6. Карауш, С.А. Теплоперенос через цокольную стену подвального помещения жилого здания / С.А. Карауш, М.В. Анисимов // Изв. вузов. Строительство. -2006. -№10. -С.45-47.
7. Каримов, Н.М. Принципы проектирования гражданских зданий с энергоэффективными ограждающими конструкциями (на примере Таджикистана): дис. доктор Ph.D / Н.М. Каримов. -Душанбе, 2023. -157 с.
8. Машенков, А.Н. Математическое моделирование конвективного теплообмена около стены здания в приближении пограничного слоя / А.Н. Машенков, Е.А. Косолапов, Е.В. Чебурканова // Изв. вузов. Строительство. - 2011. -№5. -С.65-71.
9. Методы контроля теплозащитных свойств ограждающих конструкций / А.И. Богоявленский, Т.А. Дацюк, П.Г. Исаков, А.С. Платонов, Н.А. Соколов, С.И. Ханков // Изв. вузов. Строительство. -2008. -№11- 12. - С.86-89.
10. Нигматов, И.И. Особенности архитектурно-строительного проектирования зданий, возводимых в условиях жаркого климата Центральной Азии / И.И. Нигматов // Таджики НИИТИ. -Душанбе, 1993. -216 с.
11. Перехоженцев, А.Г. Метод расчёта тепло- и пароизоляции многослойных ограждающих конструкций зданий / А.Г. Перехоженцев // Изв. вузов. Строительство. -2006. -№7. - С.4-7.
12. Теплоперенос в неоднородных керамзитобетонной и брусчатой наружных стенах зданий / А.Н. Хуторной, С.В. Хон, А.В. Колесников, А.Я. Кузин, Н.А. Цветков // Изв. вузов. Строительство. - 2006. -№2. -С.9-14.
13. Усмонов, Ш.З. Учет климатических и демографических условий Таджикистана при реконструкции жилых зданий для повышения их энергетических показателей: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Ш.З. Усмонов. -М., 2016. -С.18.
14. Хуторной, А.Н. Теплозащитные свойства неоднородных керамзитобетонных наружных стен зданий / А.Н. Хуторной, А.В. Колесников // Изв. вузов. Строительство. - 2004. -№7. -С.18-20.
15. Шокиров, Р.М. Принципы проектирования учебно-воспитательных учреждений для детей с нарушением опорно-двигательного аппарата (для условий Республики Таджикистан): дис. доктор Ph.D / Р. М. Шокиров. - Душанбе, 2019. -169 с.
16. Якубов, Н.Х. Основы проектирования бесчердачных крыш в условиях жаркого климата: учеб. пособие для вузов / Н.Х. Якубов. -Душанбе: Первая типография, 1993. -136 с.

ОМУЗИШИ ТАЧРИБАҲОИ МУОСИРИ ҶАҲОНИЮ ВАТАНИ ОИД БА САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКИИ БИНОҲОИ ШАҲРВАНДИ

Дар мақола таҷрибаҳои олимони ҳориҷию ватанӣ оид ба гармимуҳофизиву гармиустуворӣ, сарфаҷӯйию самаранокӣ энергетикӣ, намигузаронию буггузаронӣ ва ҳавогузаронию таъмини муҳити микроклиматӣ баррасӣ гардидааст.

Дар айни замон самти асосии сарфаи энергия дар сохтмони оммавӣ ин баланд бардоштани энергиясамаранокӣ бо ҳалҳои конструктивӣ ва ҳаҷмиву тарҳии биноҳо ва иншоот мебошанд.

Калидвожаҳо: таҷрибаҳои ҷаҳонӣ, конструксияҳои ихтотавӣ, селай гармӣ, интиқоли гармӣ, пахншавии ҳарорат, гармимуҳофизӣ, қабатҳои ҳавой, нуктаи шабнам.

ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО МИРОВОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

В статье обсуждается опыт зарубежных и отечественных ученых в области теплоизоляции, теплоустойчивости, энергосбережения, влагопроницаемости, парообразования, герметичности и обеспечения микроклиматической среды.

В настоящее время основным направлением энергосбережения в массовом строительстве является повышение энергоэффективности за счет конструктивных и объемных конструктивных решений зданий и сооружений.

Ключевые слова: зарубежный опыт, ограждающие конструкции, теплопроводность, теплопередача, температурная диффузия, теплоизоляция, воздушные прослойки, точка росы.

THE STUDY OF MODERN-WORLDWIDE AND DOMESTIC PRACTICES OF ENERGY EFFICIENCY OF CIVIL BUILDINGS

The article discusses the experiences of foreign and domestic scientists in the field of thermal insulation, heat resistance, energy conservation, moisture permeability, vaporization, tightness and provision of a microclimatic environment.

Currently, the main direction of energy saving in mass construction is to increase energy efficiency through structural and volumetric structural solutions of buildings and structures.

Keywords: foreign experiences, enclosing structures, thermal conductivity, heat transfer, temperature diffusion, thermal insulation, air layers, dew point.

Маълумот дар бораи муаллиф: Қаландаров Диловаршоҳ Файзуллоевич - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, докторанти Ph.D-и кафедраи меъморӣ биноҳо ва иншоот. **Суроға:** 734042,

ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **988-58-52-59**. E-mail: **dkalandarov48@gmail.com**

Шокиров Раҷабали Маҳмадалиевич - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори Ph.D, и.в., дотсенти кафедраи меъморӣ биноҳо ва иншоот. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 981076105**. E-mail: **rajabali.1992@bk.ru**

Каримов Насимҷон Мирзораҳимович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори Ph.D, ассистенти кафедраи меъморӣ биноҳо ва иншоот. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 888864848**

Рабиев Комрон Раҳматович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори Ph.D, муаллими калон кафедраи меъморӣ биноҳо ва иншоот. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 988253131**

Сведения об авторах: Каландаров Диловаршох Файзуддинович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, докторант Ph.D кафедры архитектуры зданий и сооружений. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 988585259**. E-mail: **dkalandarov48@gmail.com**

Шокиров Раҷабали Маҳмадалиевич – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор Ph.D, и.о., доцента кафедры архитектуры зданий и сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 981076105**. E-mail: **rajabali.1992@bk.ru**

Каримов Насимҷон Мирзораҳимович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор Ph.D, ассистент кафедры архитектуры зданий и сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 888864848**

Рабиев Комрон Раҳматович - Таджикский технический университет имени академика М.С.Осимӣ, доктор Ph.D, старший преподаватель кафедры архитектуры зданий и сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 988253131**

Information about authors: Kalandarov Dilovarshoh Fayzuddinovich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Ph.D doctoral student of the Department of Architecture of Buildings and Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 988585259**. E-mail: **dkalandarov48@gmail.com**

Shokirov Rajabali Makhmadalievich – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Ph.D, acting, associate professor of the department of architecture of buildings and structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 981076105**. E-mail: **rajabali.1992@bk.ru**

Karimov Nasimjon Mirzorahimovich - Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi, Ph.D, assistant at the Department of Architecture of Buildings and Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 888864848**

Rabiev Komron Rakhmatovich - Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi, Ph.D, senior lecturer at the Department of Architecture of Buildings and Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **(+992) 988253131**

**ЧАНБАҲОИ ФИЗИКИЮ ХИМИЯВИИ ТЕХНОЛОГИЯИ АЗ НАВ БАҲАМРАФКУНИИ
РАВҒАНҲОИ ҒИЗОИ ИСТИФОДАШУДА БО ИСТИФОДА АЗ ГИЛХОКҲОИ
МАҲАЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

Иброҳимзода Д.Э., Абдурахмонзода А.Х., Маҳмудзода Т.М.
**Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ,
Донишгоҳи технологии Тоҷикистон**

Зиёдшавии аҳоли дар сайёраи Замин, тағйирёбии иқлим, норасоии об дар соҳаҳои кишоварзӣ ва истифодаи растаниҳои ғизӣ ба сифати ашёи хом дар истеҳсолоти химиявӣ боиси ба миён омадани мушкилот дар амнияти озукаворӣ гардида истодааст.

Дар баробари ин, масъалаҳои баҳардорнамоии равғанҳои истифодашуда ва беҳгардонии сифат ва ҳосиятҳои органолептикии онҳо низ аз аҳаммият ҳолӣ набуда, дастовардҳои илмӣ дар ин самт метавонанд дар оянда дар ҳалли ин мушкилот заминагузори намоянд.

Дар Тоҷикистон мушкилоти истифодашавии равғанҳои қисман оксидшуда (равғанҳое, ки чанд маротиба пай дар пай коркарди термикӣ шудаанд) мушоҳида карда мешавад. Дар аксари ошхонаҳо, тарабхонаҳо ва нуқтаҳои фурӯши хӯроки тезтайёр равғанҳоро дар пухтани мурғ, картошка, моҳӣ, маҳсулоти гӯштӣ, маҳсулоти нонӣ ва ғайра пай дар пай истифода менамояд [6; 5].

Чунин тарзи истифодашавӣ боис ба он мегардад, ки кислотаҳои пайвасти таркиби глицеридҳои равған таъзия гардида, ба ҳолати озод мегузаранд. Зиёдшавии ғилзати кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ боис ба камшавии қимати рН-и равған мегардад. Дар баробари ин, эҳтимоли пайдошавии алдегиди акролеин ва радикалҳои озоди алканӣ аз эҳтимол дур нест. Пайдо шудани ин моддаҳо равғанро захролуд намуда, онро аз ҷиҳати ғизӣ корношоям мегардонанд [12; 14].

Ин мушкилотро ба инбат гирифта, дар рафти амалӣ намудани вазифаҳои гузоштани кор технологияи баҳардоркунӣ (регенератсия)-и чунин равғанҳо коркард карда шуд. Чанбаҳои асосии физикию химиявии технологияи коркардшуда дар расми 1 пешниҳод гардидааст.

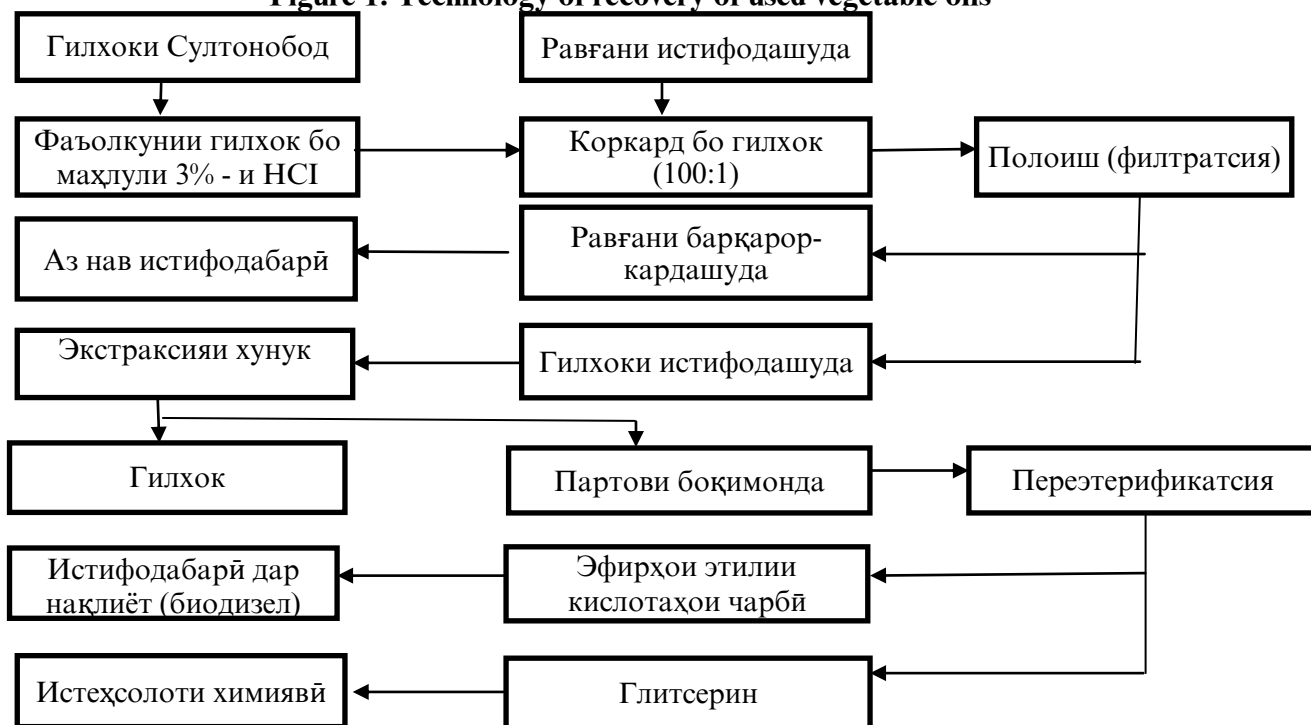
Чи тавре аз чанбаҳои физикию химиявии технологияи аз нав баҳардоркунии равғанҳои ғизоии растаниҳои истифодашуда, ки дар расми 1 пешниҳод гардидааст, бармеояд, ин технология дар асоси сорбсия намудани моддаҳои оксидшуда бо истифода аз гилҳои маҳаллӣ асоснок гардидааст.

Гилҳои истифодашуда аз минтақаи ҷамоати деҳоти “Султонобод”-и ноҳияи Рӯдакии Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст. Барои зиёд намудани самаранокии ҳодисаи адсорбсия гилҳои Султонобод фаъл карда шуд. Барои фаъл намудани гилҳои истифодашаванда аз маҳлули 3%-и кислотаи ҳидрогенхлорид истифода намудем. Сипас, равғани коркардшударо бо таносуби 100:10 (дар 1 кг равғани коркардшуда 100 г гилҳои фаълкардашудаи Султонободро илова намудан лозим аст) бо гилҳои коркард кардем.

Таҳлилҳои эксперименталии гузаронидашуда нишон дод, ки ҳангоми коркард бо гилҳои истифода аз омехтакунаки магнитӣ аз манфиат ҳолӣ нест. Омехтакунаки гилҳои коркардшуда дар ҳарорати 25 – 30 °С самаранокии технологияро метавонад то 5-7% дигар вобаста ба таркиби химиявии равғани коркардшуда зиёд намояд.

Расми 1. Технологияи аз нав барқароркунии равғанҳои ғизоии растани истифодашуда

Figure 1. Technology of recovery of used vegetable oils



Ҳангоми коркарди равғани истифодашуда пайвастиҳои оксидшуда дар гилхок сорбсия мегарданд. Дар технологияи коркардшуда равған аз пайвастиҳои сорбсияшуда бо усули полоиш (филтронӣ) ҷудо карда мешавад. Таҳлили нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳои коркардшуда дар ҷадвалҳои 1 ва 2 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 1. Нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳои истифодашуда

Table 1. Technological indicators of used oils

Намунаҳои равған	Нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳо			
	Адади кислотагӣ (мг КОН/г)	Адади собунонӣ (мг КОН/г)	Адади эфирӣ (мг КОН/г)	Адади иодӣ (гI ₂ /100г)
Равғани коркаршудаи зағир	4,19	150,45	155,26	139,70
Равғани коркаршудаи пахта	4,87	161,30	156,43	91,45
Равғани коркаршудаи офтобпараст	4,39	168,24	163,85	95,105

Ҷадвали 2. Нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳои коркардшуда (регенератсиякардашуда)

Table 2. Technological indicators of processed (regenerated) oils

Намунаҳои равған	Нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳо			
	Адади кислотагӣ (мг КОН/г)	Адади собунонӣ (мг КОН/г)	Адади эфирӣ (мг КОН/г)	Адади иодӣ (гI ₂ /100г)
Равғани коркаршудаи зағир	1,82	167,90	166,08	156,30
Равғани коркаршудаи пахта	1,70	170,75	169,05	101,26
Равғани коркаршудаи офтобпараст	1,35	172,10	170,75	112,70

Дар асоси таҳлили муайян намудани муҳимтарин нишондиҳандаҳои химиявии равғанҳои таҳқиқшаванда, муайян карда шуд, ки ҳангоми истифодашавии пайдарпайи

равғанҳо глисеридҳо таркиби онҳо таъзия гардида, қисман ба кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ ва глицерин табдил меёбанд.

Ба амал омадани чунин ҳодиса боиси он мегардад, ки адади кислотагии равғанҳои коркардшуда зиёд гардида, қимати адади эфирӣ ва адади иодии онҳо коҳиш меёбанд. Баъд аз коркард бо гилҳок, нишондиҳандаи адади кислотагӣ ва адади собуннокии равғанҳои таҳқиқшаванда (равғани пахта, равғани зағир ва равғани офтобпараст) кам мегардад. Камшавии қимати адади кислотагӣ ва адади собуннокӣ ба зиёдшавии адади эфирӣ мусоидат менамоянд. Чунин тағйирёбиҳо дар нишондиҳандаҳои технологӣ аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки пас аз коркард бо гилҳок равғанҳои истифодашуда аз пайвастагиҳои оксидшудаи он тоза карда мешаванд.

АДАБИЁТ

1. Андрущенко, В.К. Методы оптимизации биохимической селекции овощных культур / В.К. Андрущенко. - Кишинев: Штиинца, 1981. -128 с.
2. Белобородов, В.В. Основные процессы производства растительных масел / В.В. Белобородов. -М.: Пищевая промышленность, 1966. -478 с.
3. Выделение и исследование химического состава и физико-химических свойств некоторых растительных масел / Д.Э. Иброгимов, Т.М. Махмудова, А.Ш. Махмудов, И.Э. Иброгимов // Материалы международной научно-практической конференции "Eurasia Science". 15 февраля 2021г. -М., 2021. -С.46-49.
4. Гончаров, Г.И. Технология и оборудование для производства пищевых жиров / Г.И. Гончаров, А.А. Буша. - Киев, 1991. -86 с.
5. Иброгимов, Д.Э. Характеристика физико-химических константов хлопкового масла некоторых сортов хлопчатника, выращиваемых в Таджикистане / Д.Э. Иброгимов, А.Ш. Махмудов, Т.М. Махмудова // Политехнический вестник серия: интеллект, инновации, инвестиции. -Душанбе: ТТУ имени академика М.С. Осими, 2018. -№1(41). -С.28-36. ISSN 2520-2235
6. Иброгимова, С.И. Характеристика масленности и продуктивности волокна некоторых сортов и линий хлопчатника / С.И. Иброгимова, Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2015. -№1/6(190). -С.42-48.
7. Копейковский, В.М. Влияние режимов тепловой сушки семян подсолнечника на качество масла / В.М. Копейковский, В.К. Костенко // Известия вузов. Пищевая технология. КИПП. - 1962. -№4. -С.72-76.
8. Копейковский, В.М. Влияние температуры на качественную сохранность высушенных семян / В.М. Копейковский, Г.И. Гарбузова, М.И. Рязанцева // МЖП. -М.: Пищепромиздат, 1963. -№1. -С.12-16.
9. Копейковский, В.М. Изменение кислотного числа масла семян подсолнечника высокомасличных сортов в процессе сушки / В.М. Копейковский, В.К. Костенко // МЖП. -М.: Пищепромиздат, 1962. -№3. -С.12-17.
10. Методы биохимического исследования растений / В.В. Арасимович, А.И. Ермаков [и др.]. -Л.: Агропромиздат. Ленинград, 1978. -430 с.
11. Методы современной биохимии / В.А. Гусева, В.А. Пасешниченко [и др.]. -М., 1975. -С.72-74.
12. Перспективы применения некоторых технических растительных масел флоры Таджикистана для отечественного производства / Д.Э. Иброгимов, Т.С. Маджидов, Т.М. Махмудова, М.А. Зокирова // Наука и инновация. -Душанбе, 2020. -№4. -С.110-114.
13. Рахмонов, Р. Влияние внутренних и внешних факторов на физиологические и биохимические процессы хлопчатника / Р. Рахмонов, Н. Губанова, О. Джураев. -Ташкент: ФАН, 1981. -С.57-62.
14. Руководство по методам исследования, техно-химическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, 1, кн. 2. -Л., 1967. -827 с.

ЧАНБАҲОИ ФИЗИКИЮ ХИМИЯВИИ ТЕХНОЛОГИЯИ АЗ НАВ БАРҚАРОРКУНИИ РАВҒАНҲОИ ФИЗИИ ИСТИФОДАШУДА БО ИСТИФОДА АЗ ГИЛҲОКҲОИ МАҲАЛЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақолаи мазкур чанбаҳои физикию химиявии технологияи аз нав барқароркунии равғанҳои физии истифодашуда, бо истифода аз гилҳокҳои маҳаллии Ҷумҳурии Тоҷикистон маълумот пешниҳод карда шудааст. Технологияҳои коркардшудаи беҳгардонии сифат ва ҳосиятҳои органолептикии равғанҳо бо истифода аз антиоксидантҳо ва гилҳокҳои маҳаллӣ дар оянда метавонанд асоси саноати равғанкашии дар Ҷумҳурии Тоҷикистон истифодашаванда бошанд. Муайян карда шуд, ки кислотаҳои пайвасти таркиби глисеридҳои равған таъзия гардида, ба ҳолати озод мегузаранд. Зиёдшавии ғалзати кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ боис ба камшавии қимати рН-и равған мегардад. Инчунин, ҳосилшавии алдегиди акролеин ва радикалҳои озоди алканӣ низ аз эҳтимол дур нест, ин моддаҳо равғанро захролуд намуда, онро аз ҷиҳати ғизоӣ корношоям мегардонанд. Аз технологияи пешниҳодгардидаи аз нав барқароркунии равғанҳои физии растани истифодашуда, бармеояд, ки ин технология дар асоси сорбсия намудани моддаҳои оксидшуда бо истифода аз гилҳои маҳаллӣ асоснок гардидааст ва ба мо имконият медиҳад, ки равғанро дубора истифода намоем.

Калидвожаҳо: чанбаҳои физикию химиявӣ, равғанҳои растани, барқароркунии, ҳосиятҳои органолептикии, антиоксидантҳо, кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ, сорбсия.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ПИЩЕВЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ СОРБЕНТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

В данной статье представлены физико-химические аспекты технологии регенерации отработанных пищевых масел с использованием местных сорбентов Республики Таджикистан. Разработанные технологии улучшения качества и органолептических свойств масел с использованием антиоксидантов и местных сорбентов могут в будущем стать основой жировой промышленности Республики Таджикистан. Установлено, что связанные кислоты состава глицеридов масел разлагаются и становятся свободными. Увеличение концентрации высокомолекулярных жирных кислот вызывает снижение значения pH масла, а также возможно образование акролеинового альдегида и свободных алкановых радикалов, эти вещества отравляют масло и делают его непригодным для использования в пище. Из предложенной технологии регенерации отработанных пищевых растительных масел следует, что данная технология основана на сорбции окисленных веществ местными сорбентами и позволяет повторно использовать масло.

Ключевые слова: физико-химические аспекты, растительные масла, регенерация, органолептические свойства, антиоксиданты, высокомолекулярные жирные кислоты, сорбция.

PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS OF TECHNOLOGY FOR REGENERATION OF USED FOOD OILS USING LOCAL SORBENTS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

This article presents the physicochemical aspects of the technology for regeneration of waste edible oils using local sorbents of the Republic of Tajikistan. Developed technologies for improving the quality and organoleptic properties of oils using antioxidants and local sorbents may in the future become the basis of the fat industry of the Republic of Tajikistan. It has been established that the bound acids of the glyceride composition of oils decompose and become free. An increase in the concentration of high molecular weight fatty acids causes a decrease in the pH value of the oil, and the formation of acroleic aldehyde and free alkane radicals is also possible; these substances poison the oil and make it unsuitable for use in food. From the proposed technology for the regeneration of used edible vegetable oils it follows that this technology is based on the sorption of oxidized substances by local sorbents and allows the oil to be reused.

Keywords: physicochemical aspects, vegetable oils, regeneration, organoleptic properties, antioxidants, high molecular weight fatty acids, sorption.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Иброҳимзода Дилшод Эмом* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори илмҳои химия, и.в. профессори кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Чумхурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 905224475. E-mail: ibrogimov_75@mail.ru

Маҳмудзода Таҳмина Муминҷон - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Чумхурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10. Телефон: (+992) 005-88-51-00

Абдурахмонзода Абдулвосит Холик – Донишгоҳи технологии Тоҷикистон, номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи машин ва дастгоҳҳои истехсоли маҳсулоти хӯрока. **Суроға:** 734061, ш. Душанбе, Чумхурии Тоҷикистон, кӯчаи Н.Қарабоев, 63/3. E-mail: abdulvosid65@mail.ru

Сведения об авторах: *Ибрагимзода Дилшод Эмом* - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, доктор химических наук, и.о. профессор кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 905224475. E-mail: ibrogimov_75@mail.ru

Маҳмудзода Таҳмина Муминҷон - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 005-88-51-00

Абдурахмонзода Абдулвосит Холик – Технологический университет Таджикистана, кандидат химических наук, доцент кафедры машин и аппаратов промышленности пищевых продуктов. **Адрес:** 734061, Республика Таджикистан, г. Душанбе, улица Н.Карабаева, 63/3. E-mail: abdulvosid65@mail.ru

Information about the authors: *Ibrahimzoda Dilshod Emom* - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Doctor of Chemical Sciences, Acting Professor of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Service. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academician Radjabov street, 10. Phone: (+992) 905224475. E-mail: ibrogimov_75@mail.ru

Mahmudzoda Tahmina Muminjon - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Service. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academician Radjabov, 10. Phone: (+992) 005-88-51-00

Abdurahmonzoda Abdulvosit Kholik – Technological University of Tajikistan, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of machines and apparatuses of the food industry. **Address:** 734061, Republic of Tajikistan, Dushanbe, N. Karabaev Street 63/3. E-mail: abdulvosid65@mail.ru

ГЕОЛОГИЯ

- Файзуллоев Ш.А.** Неравномерное распределение оползневых явлений инженерно-геологических регионов Таджикистана по некоторым морфометрическим факторам..... 5
- Addul Halim Rahmani, Abdul Jamil Haidari, Abdul Qayom Rajabi.** Investigating the effect of calcination on chalcopyrite mineral of Aynak copper mine..... 12
- Баҳодурова О.Р., Мехробшоев Ф.Р.** Оид ба зухуроти офитии Бағуши Боло (қаторкӯхи чанубии Ишкошим)..... 21

ТЕХНИКА

- Саидов М.Х., Ахмаджонов М.С., Хасанов Н.М.** Прочностной расчет участков разветвления гидротехнического тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС..... 26
- Мирджамолов А.М., Саидзода Дж.Х., Саидов Х.Х.** Исследование глиежа Фан-Ягнобского месторождения как активных минеральных добавок для получения цемента повышенной стойкости для гидротехнического сооружения в Республике Таджикистан..... 33
- Сафаров Ф.Г.** Защита национального контента в сети интернет на базе поисковой системы Dodaho.tj..... 39
- Давлатов Д.Н., Рабиев К.Р., Якубов А.О., Марамов М.Б.** Экспериментальное исследование усиления свайного фундамента с заменой его на сплошной свайно-плитный фундамент в лабораторных условиях..... 48
- Джалилов Ф., Умаров Н.Н., Левандовский Б.М., Джалилова Дж.Т.** Методы определения долговечности и разрывной прочности..... 56
- Комилова Д.А.** Перспективное направление развития кондитерской промышленности..... 63
- Насруллоев Ф.Х.** Оценка состояния ледника Скогач в условиях изменения климата..... 68
- Олимов Н.А.** Криптографические методы защиты информации..... 74
- Махмудова Ф.М.** Изучение цепей постоянного электрического тока в транспортных средствах..... 81
- Булбулов Ф.Дж.** Инновационные подходы к прогнозированию землетрясений в Таджикистане через применение машинного обучения и ИИ..... 88
- Сафаров Ф.Г.** Искусственный интеллект в трансформации центров по сбору и обработке данных..... 101
- Мехрубонов М.Х., Хасанов Н.М., Зардаков Ш.Ш.** Временные рекомендации по конструкции концевого сооружения СТ-3 Рогунской ГЭС..... 110
- Саидзода Дж.Х., Мирджамолов А.М., Джуракулов М.Р., Саидов Х.Х.** Исследование модуля упругости цементов повышенной стойкости, полученных на основе глиежа Фан-Ягнобского месторождения в агрессивной среде..... 118
- Muminov P.J.** Modeling environmental risks in analyzing Tajikistan's irrigation systems..... 126
- Назаров С.М., Стерлигов В.А., Хуцаев П.С.** Муқовимати гидравликии кубурҳо барои ҷараёни буғии ҳаракаткунанда..... 130
- Соҳибов А.Б., Мирзоҳасанов М.Л.** Оптимизатсияи параметрии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳҳои ҷаббандаҳои табиӣи қони Даштибеди Чумхурии Тоҷикистон аз ҷиҳати кислотагии онҳо..... 136

<i>Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р.</i> Арзёбии экологии истифодаи биодизел ҳамчун модификатори сӯзишвории дизелӣ дар нақлиёти автомобилӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон.....	142
<i>Нарзуллоев С.А., Қосимов А.А., Холзода Б.М.</i> Усулҳои шинохти матни дастанвис бо истифода аз шабакаҳои нейронӣ.....	147
<i>Қаландаров Д.Ф., Шокиров Р.М., Каримов Н.М., Рабиев К.Р.</i> Омӯзиши таҷрибаҳои муосири ҷаҳонӣ ба самаранокии энергетикӣ биноҳои шаҳрвандӣ.....	153
<i>Иброҳимзода Д.Э., Абдурахмонзода А.Х., Маҳмудзода Т.М.</i> Ҷанбаҳои физикӣю химиявӣ технологияи аз нав барқароркунии рағбанҳои ғизоӣ истифодашуда бо истифода аз гилхокҳои маҳалӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон.....	160

НАУКА И ИННОВАЦИЯ
Серия геологических и технических наук

Научный журнал «Наука и инновация. Серия геологических и технических наук» основан в 2014 г. Выходит 4 раз в год. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), регулярно предоставляет в РИНЦ информацию в виде метаданных.

Полнотекстовая версия журнала доступна на сайте издания

НАУКА И ИННОВАЦИЯ
Серия геологических и технических наук

2024. №3.

Над номером работали:
Ответственный редактор: М.Ибодова
Редактор серии геологических и технических наук: Д.А.Назарова
Редактор русского языка: О.Ашмарин

Издательский центр
Таджикского национального университета
по изданию научного журнала
«Наука и инновация»:
734025, Республика Таджикистан, г.Душанбе, проспект Рудаки, 17.
Сайт журнала: <http://geo.vestnik-tnu.com>
E-mail: vestnik-tnu@mail.ru Тел.: (+992 37) 227-74-41

Отпечатано в типографии ТНУ
734025, г.Душанбе, ул.Айни, 32.
Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 200 экз. Уч. изд. л. 20,75 усл. п.л. 20,75
Подписано в печать 15-09-2024 Заказ №2020/04-01