

ISSN 2520-2227

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

## Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

3 (55) 2021



**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**  
Серия: Инженерные исследования

**POLYTECHNIC BULLETIN**  
Series: Engineering studies

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ БАХШИ ТАҲҚИҚОТҶОИ МУҲАНДИСИ

ISSN  
2520-2227

3 (55)  
2021



МАҚАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

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

Published since January 2008

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

Мақалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст  
№ 0261 / ЖР аз 18 январи соли 2017  
Индекс обуна 77762

РАВИЯИ ИЛМИИ МАҚАЛЛА	НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЖУРНАЛА	SCIENTIFIC DIRECTION
05.14.00 Энергетика 05.16.00 Металлургия ва маводишиносӣ 05.17.00 Технологияи кимиёвӣ 05.22.00 Нақлиёт 05.23.00 Сохтмон ва меъморӣ	05.14.00 Энергетика 05.16.00 Металлургия и материаловедение 05.17.00 Химическая технология 05.22.00 Транспорт 05.23.00 Строительство и архитектура	05.14.00 Energy 05.16.00 Metallurgy and materials science 05.17.00 Chemical technology 05.22.00 Transport 05.23.00 Construction and architecture

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

Нишонӣ	Адрес редакции	Editorial office address
734042, г. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, Dushanbe, Avenue of Academics Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-04-67

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**  
СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 1

**POLYTECHNIC BULLETIN**  
SERIES: ENGINEERING STUDIES

**ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ**

**САРДАБИР**

**Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА**

доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**М.А. АБДУЛЛО**

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

**А.Ч. РАХМОНЗОДА**

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

**К.Х. ГУЛЯМОВ**

саркотиб

**АЪЗОЁН**

**А.И. СИДОРОВ**

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

**А.Г. ФИШОВ**

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

**Л.С. КАСОБОВ**

н.и.т., дотсент

**А.К.КИРГИЗОВ**

н.и.т., и.в. дотсент

**И.Н. ГАНИЕВ**

академики АМИТ, д.и.х., профессор

**Х.О. ОДИНАЗОДА**

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

**Т.Ҷ. ЧУРАЕВ**

д.и.т., профессор

**ММ. ХАҚДОД**

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

**А.Б. БАДАЛОВ**

узви вобастаи АМИТ, д.и.х., профессор

**Фохаков А.С.**

д.и.т., дотсент

**В.В.СИЛЯНОВ**

д.и.т., профессор (Федерацияи Россия)

**Р.А. ДАВЛАТШОЕВ**

н.и.т., дотсент

**М.Ю. ЮНУСОВ**

н.и.т., и.в. дотсент

**Р.САЛОМЗОДА**

н.и.т., дотсент

**Д.Н. НИЗОМОВ**

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

**И КАЛАНДАРБЕКОВ**

д.и.т., и.в. професс

**А. Г ГИЯСОВ**

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

**Н.Н. ХАСАНОВ**

доктори меъморӣ, и.в. профессор

**Р.С. МУКИМОВ**

доктори меъморӣ, профессор

**Ҷ.Ҳ. САИДЗОДА**

доктори илмҳои техникӣ, профессор

**А.А. ҲОҶИБОЕВ**

доктори фанҳои техникӣ, доцент

**А.Р. РУЗИЕВ**

н.и.т., дотсент

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

**К.К. ДАВЛАТЗОДА**

д.э.н., профессор

**М.А. АБДУЛЛО**

к.т.н., доцент, зам. главного редактора

**А.Дж. РАХМОНЗОДА**

к.т.н., доцент, зам. главного редактора

**К.Х. ГУЛЯМОВ**

главный секретарь

**ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ**

**А.И. СИДОРОВ**

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

**А.Г. ФИШОВ**

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

**Л.С. КАСОБОВ –** к.т.н., доцент

**А.К.КИРГИЗОВ–** к.т.н., и.о.доцента

**И.Н. ГАНИЕВ**

академик АН РТ, д.х.н. профессор

**Х.О. ОДИНАЗОДА**

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

**Т.Дж. ДЖУРАЕВ**

д.т.н., профессор

**М.М. ХАҚДОД**

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

**А.Б. БАДАЛОВ**

член-корр. АН РТ, д.х.н., профессор

**А.С.ФОХАКОВ**

д.т.н., доцент

**В.В.СИЛЯНОВ**

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

**Р.А. ДАВЛАТШОЕВ**

к.т.н., доцент

**М.Ю. ЮНУСОВ**

к.т.н., и.о.доцента

**Р.САЛОМЗОДА**

к.т.н., доцент

**Д.Н. НИЗОМОВ**

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

**И.КАЛАНДАРБЕКОВ**

д.т.н., и.о. профессора

**А. Г. ГИЯСОВ**

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

**Н.Н. ХАСАНОВ**

доктор архитектуры, и.о. профессора

**Р.С. МУКИМОВ**

доктор архитектуры, профессор

**Дж.Х. САИДЗОДА**

д.т.н., профессор

**А.А. ХОДЖИБОЕВ**

д.т.н., доцент

**А.Р. РУЗИЕВ**

к.т.н., доцент

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

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

## МУНДАРИҶА – ОГЛАВЛЕНИЕ

## Оглавление

<b>ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY .....</b>	<b>5</b>
<i><u>УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМ СОЕДИНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И ОБМОТОК РЕЛЕ.....</u></i>	<i><u>5</u></i>
Р.Т. Абдуллозода.....	5
<i><u>ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИНЖИНИРИНГУ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ .....</u></i>	<i><u>8</u></i>
З.Ш. Юлдашев <sup>1</sup> , Л.С. Касобов <sup>2</sup> , Р.З. Юлдашев <sup>3</sup> .....	8
<i><u>АНАЛИЗ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН .....</u></i>	<i><u>14</u></i>
Д.К. Джураев, С.Р. Ниёзи (Чоршанбиев).....	14
<i><u>ОПТИМИЗАЦИЯ ГИБРИДНОГО ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ .....</u></i>	<i><u>19</u></i>
Э.Р. Мирзоев.....	19
<i><u>ИССЛЕДОВАНИЯ МУФТЫ СВОБОДНОГО ХОДА ИМПУЛЬСНОГО ВАРИАТОРА .....</u></i>	<i><u>24</u></i>
А.Х. Бабаева .....	24
<b>МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСӢ - МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE.....</b>	<b>28</b>
<i><u>ВЛИЯНИЕ СКАНДИЯ, ИТТРИЯ И ЦЕРИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВОГО СПЛАВА АМг6.....</u></i>	<i><u>28</u></i>
Н.Ф. Иброхимов .....	28
<i><u>ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СПЛАВА АБ1 (Al+1%Be), МОДИФИЦИРОВАННОГО ГАЛЛИЕМ .....</u></i>	<i><u>31</u></i>
Р.Д. Исмонов.....	31
<b>ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY .....</b>	<b>35</b>
<i><u>ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЧАСТОТНО-МОДУЛИРУЕМОГО СИГНАЛА НА PH И ИСПАРЕНИЕ ВЛАГИ ИЗ ГИДРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОГО ПОЛИМЕРА.....</u></i>	<i><u>35</u></i>
Д.С. Азимов.....	35
<i><u>АРӢБИИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАШАВИИ КОНИ АНГИШТИ “ҲАКИМӢ”-И ҶУМӢУРИИ ТОҶИКИСТОН ҲАМЧУН СӢЗИШВОРИИ САҲТ .....</u></i>	<i><u>39</u></i>
Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова .....	39
<i><u>ФИЛЬТРАНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД.....</u></i>	<i><u>42</u></i>
Н.Ю. Пулодов <sup>1</sup> , Б.С. Джамолзода <sup>2</sup> , А. Муродиён <sup>1</sup> , А.Г. Сафаров <sup>1</sup> , Х. Сафиев <sup>3</sup> .....	42
<i><u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ И ИХ АДСОРБЦИЮ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА РАСТВОР-ВОЗДУХ.....</u></i>	<i><u>46</u></i>
О.И. Одинцова <sup>1</sup> , З.А. Яминзода <sup>2</sup> , Анушервони Ш. <sup>3</sup> .....	46
<i><u>АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН .....</u></i>	<i><u>53</u></i>
О.У. Расулов <sup>1</sup> , Б.Ю. Каримов <sup>2</sup> , Ф.Б. Зоиров <sup>3</sup> , Ф.А. Халифаев <sup>4</sup> .....	53
<i><u>ТИОСУЛЬФАТНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА.....</u></i>	<i><u>58</u></i>
Х.И. Холов <sup>1</sup> , Н.Т. Шарифбоев <sup>2</sup> , И.Н. Ганиев <sup>3,7</sup> , Ш.Р. Самихов <sup>4</sup> , Ш.Р. Джуракулов <sup>5</sup> , М.С. Зарифова <sup>6</sup> .....	58
<b>НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT .....</b>	<b>64</b>

<b><u>ВЛИЯНИЕ ТЕРМОНАГРУЖЕННОСТИ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....</u></b>	<b>64</b>
Давлатшоев Р.А., Абдулло М.А.....	64
<b><u>ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА СПРОС И КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В БОХТАРСКОЙ ЗОНЕ .....</u></b>	<b>69</b>
А.С. Фохаков <sup>1</sup> , Д.С. Джалолзода <sup>2</sup> .....	69
<b><u>ПРОЦЕДУРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН .....</u></b>	<b>74</b>
И.С. Тоиров, М.А. Хусензода, Ф. М. Сафаров, А.К. Шералиев, Д.С. Гафурзода .....	74
<b>СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE.....</b>	<b>79</b>
<b><u>ПОСТ-ОБРАБОТКА СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРОГРАММЕ GLAV.....</u></b>	<b>79</b>
А.С. Рахманов.....	79
<b><u>ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ .....</u></b>	<b>85</b>
К.Р. Рабиев .....	85
<b><u>УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА .....</u></b>	<b>89</b>
Н. Хайруллозода <sup>1</sup> , Ф.Х. Насруллоев <sup>1</sup> , М.М. Сафарова <sup>3</sup> , С.К Давлатшоев <sup>4</sup> , З.В.Кобули <sup>5</sup> .....	89
<b><u>УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОВЫХ БЕТОНОВ ПУТЕМ ПЛАСТИФИКАЦИИ И ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ.....</u></b>	<b>94</b>
Н.С Арабзода, Р.Х. Сайрахмонов, У.М. Азизов, Ф.А.Шарифов.....	94
<b><u>ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ НЕРАЗРЕЗНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК ОТ ДЕЙСТВИЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК.....</u></b>	<b>98</b>
О.Р. Нуманов .....	98
<b><u>ХУСУСИЯТҲОИ АСОСИИ БАНАҚШАГИРӢ ВА ТАЧДИДИ ҲУДУДҲОИ БОҒОТ.....</u></b>	<b>103</b>
Р.С. Муқимов .....	103
<b><u>ОМИЛҲОИ АСОСИИ МУАЙЯНКУНАНДАИ ХУСУСИЯТҲОИ ОБОДОНИИ МЕЪМОРИИ ҲУДУДИ ШАҲРҲО .....</u></b>	<b>108</b>
С.М. Мамаҷонова.....	108
<b><u>АНЪАНАИ ТАШАККУЛ ВА РУШДИ ОБОДОНИИ ҲУДУДИ БОҒҲО.....</u></b>	<b>113</b>
С.Р. Муқимова .....	113
<b><u>КОНТРОЛЬ И АНАЛИЗ ПУТИ ПОНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ САРЕЗСКОГО ОЗЕРА .....</u></b>	<b>118</b>
М.Х. Амирзода .....	118

**ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY**

УДК621.316.925;1621.314.224.8

**УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМ СОЕДИНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И ОБМОТОК РЕЛЕ****Р.Т. Абдуллозода**

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приводится описание учебно-лабораторного стенда для исследования схем соединения трансформаторов тока и обмоток реле. Для исследования схем соединения трансформаторов тока автором разработан лабораторный стенд, при помощи которого можно снять значение коэффициента схемы в различных схемах первичных измерительных преобразователей и силового трансформатора.

Ключевые слова: трансформатор тока, коэффициент схемы, неполная звезда, схема полного треугольника, полная звезда, короткое замыкание.

**СТЕНДИ ТАЪЛИМИ-ОЗМОИШӢ БАРОИ ТАДҚИҚИ СХЕМАҶОИ ПАЙВАСТИ ТРАНСФОРМАТОРҶОИ ҶАРАӢН ВА ПЕЧАҶОИ РЕЛЕ****Р.Т. Абдуллозода**

Дар мақола навиштаҷоти стени таълимӣ-озмоишӣ барои тадқиқи схемаҳои пайвасти трансформаторҳои ҷараён ва печаҳои реле оварда шудааст. Барои тадқиқи схемаи пайвасти трансформаторҳои ҷараён аз ҷониби муаллиф стени озмоишӣ сохта шудааст, ки бо истифода аз он қимати коэффициентҳои схемаро дар схемаҳои пайвасти гуногуни табдилдиҳандаҳои аввалии ҷенкунандаи ҷараён ва трансформаторӣ қуввагӣ ҷен қардан мумкин аст.

Калимаҳои калидӣ: трансформатори ҷараён, коэффициентҳои схема, ситораи нопурра, схемаи секунҷаи пурра, ситораи пурра, расиши кӯтоҳ

**TRAINING AND LABORATORY STAND FOR RESEARCH CURRENT TRANSFORMER CONNECTION DIAGRAM AND RELAY WINDING****R. T. Abdullozoda**

The description of the educational and laboratory stand for the study of circuits for connecting current transformers and relay windings is given. To study the circuits for connecting current transformers, the author has developed a laboratory stand, with which it is possible to take the value of the circuit coefficient in various circuits of primary measuring converters and a power transformer.

Key words: current transformer, circuit factor, partial star, full delta, full star, short circuit

Релейная защита и автоматика электроэнергетических установок осуществляются применением различных видов схем соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле. В электрических сетях с глухозаземленной нейтралью для максимальных токовых защит наиболее часто применяют схему неполной звезды. Однако изменение схем соединения трансформаторов тока приводит к изменению тока на их выводах, который учитывается коэффициентом схемы. Этот коэффициент зависит от схемы соединения трансформаторов тока, схемы и группы соединения силового трансформатора, а также от вида короткого замыкания.

В общем случае коэффициент схемы обозначается  $k_{cx}^{(m)}$ , а для двухфазного и трехфазного короткого замыкания –  $k_{cx}^{(2)}$  и  $k_{cx}^{(3)}$  соответственно.

Для исследования влияния схем соединения силового трансформатора, трансформаторов тока и вида короткого замыкания на коэффициент схемы на кафедре “Релейная

защита и автоматика” Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими был разработан учебно-лабораторный стенд, общий вид которого представлен на рис. 1.

С помощью учебно-лабораторного стенда можно снять значение коэффициента схемы для следующих схем соединения трансформаторов тока и обмоток реле:

- схема соединения вторичных обмоток трансформаторов тока в полную звезду (трехфазная трехрелейная схема);

- схема соединения вторичных обмоток трансформаторов тока в неполную звезду (двухфазная и трехфазная);

- схема соединения обмоток трансформаторов тока в полный треугольник, а измерительных органов – в полную звезду;

- схема подключения обмоток измерительных органов на разность токов двух фаз (двухфазная однорелейная схема).

Принципиальные электрические схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и измерительных органов приведены ниже.

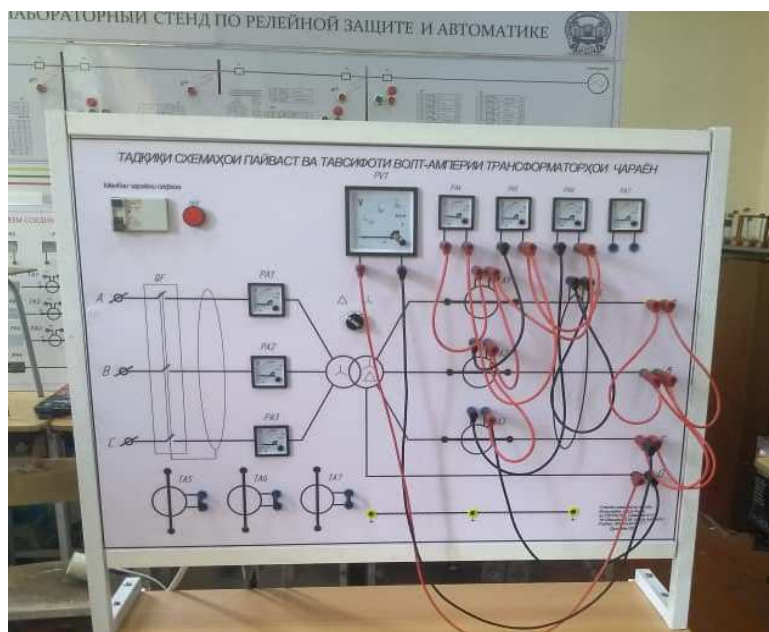


Рис. 1. Общий вид учебно-лабораторного стенда.

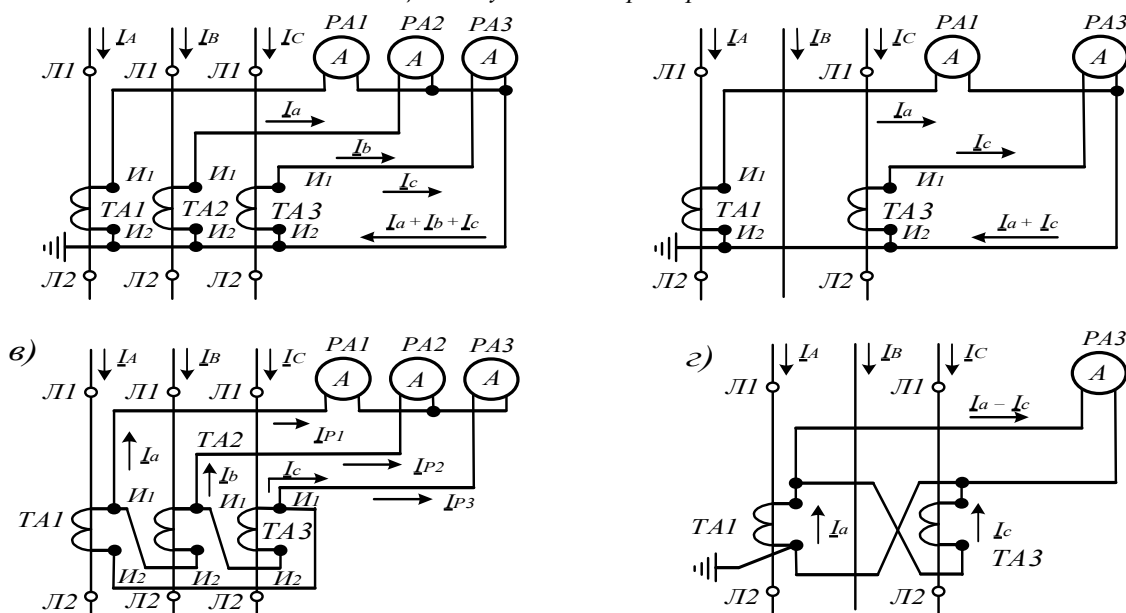


Рис. 2. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока и реле: (а) трехфазная трехрелейная схема соединения в полную звезду; (б) двухфазная двухрелейная схема соединения в неполную звезду; (в) трехфазная схема соединения трансформаторов тока в полный треугольник, а реле – в полную звезду; (г) двухфазная однорелейная схема соединения в неполный треугольник (на разность токов двух фаз).

Также с помощью разработанной установки можно исследовать влияние вида короткого замыкания на изменение значения коэффициента схемы. Предварительные значения  $k_{сх}^{(m)}$  для различных схем соединения трансформаторов тока, различных схем силового трансформатора и видов короткого замыкания приводятся в таблице 1.

Разработанная установка позволяет студентам электроэнергетической специальности осваивать фундаментальную часть курса релейной защиты и автоматики электроэнергетических установок. Для исследования значений коэффициентов схем

соединения трансформаторов тока подготовлено описание лабораторных работ, в котором приводится порядок их проведения. Описание лабораторных работ представлено на таджикском и русском языках.

При проведении лабораторных работ на разработанном стенде электробезопасность студентов обеспечивается с помощью дифференциальных автоматов, которые защищают человека от воздействия однофазного замыкания на корпус. Также предусматривается защитное заземление металлических частей лабораторного стенда.

Таблица 1.

Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока измерительных органов	Режим работы защищаемого элемента и значения коэффициентов схемы $k_{cx}^{(m)}$																		
	Коэф. $k_{cx}^{(m)}$ в норм. режиме и в режиме трехфазн. КЗ в точ. $k_1^{(m)}$ и $k_2^{(m)}$	Коэффициент схемы $k_{cx}^{(2)}$ при двухфазном КЗ									Коэффициент схемы $k_{cx}^{(1)}$ в однофазн КЗ РК-и якфаза								
		на линии в точке $k_1^{(m)}$	за трансформатором в точке $k_2^{(m)}$ , с группой соединения:									за трансформатором в точке $k_2^{(m)}$ , с группой соединения:							
			Y/Δ-11			Δ/Yc-11			Y/Yc-0			Δ/Yc-11			Y/Yc-0				
	AB	BC	CA	AB	BC	CA	AB	BC	CA	AB	BC	CA	A	B	C	A	B	C	
1. Схема соед. вторичных обмоток транс. тока в полную звезду (трехфазная трехрелейная схема)	1	1	1	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1	1	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	
2. Схема соед. вторичн. обм. транс. тока в неполн. звезду (2-х и 3-х фазн.)	1	1	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1	1	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	
3. Двухфазная трехрел. схема соед. в неполную звезду	1	1	1	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1	1	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	
4. Схема соед. обмоток транс.тока в полный треугольник, а изм.органов – в полную звезду	$\sqrt{3}$	2	2	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	2	2	2	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1	1	1	
5. Схема подкл.обм.изм. органов на разность токов двух фаз	$\sqrt{3}$	1	1	2	0	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	0	$\sqrt{3}$	1	1	2	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	0	1

**Литература:**

1. Абдуллоев, Р.Т. Ҳимояи релееи таҷҳизоти электроэнергетикӣ. Воситаи таълим / Р.Т. Абдуллоев, Д.Д. Давлатшоев, Б.Т. Абдуллоев, Н.Х. Табаров. Душанбе: Промэкспо, 2018 – 333 с.
2. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учеб. для вузов по спец. «Электроснабжение». – 4-е изд., перераб. и доп. – М., Высшая школа, 2006 – 639 с.
3. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учеб. пособие для студентов спец. «Электроснабжение». – Ульяновск: УлГТУ, 2000 – 284 с.
4. Копьев, В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применения: учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 153 с.
5. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебник для вузов.- 2-е изд., М.: Энергоатомиздат, 1992 - 528с.
- Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. Учебное пособие для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1998 – 800с.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Абдуллозода Рамазон Толибҷон	Абдуллозода Рамазон Толибҷон	Abdullozoda Ramazon
н.и.т., доцент	к.т.н., доцент	Candidat of engineering sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осим	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
abdullozoda@ttu.tj		
ORCID Id 0000-0002-2434-4698		



УДК 621.311

## ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИНЖИНИРИНГУ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**З.Ш. Юлдашев<sup>1</sup>, Л.С. Касобов<sup>2</sup>, Р.З. Юлдашев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАРТ

<sup>2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>3</sup>Таджикский аграрный университет имени Ш. Шохтемура

В статье рассматриваются вопросы рационального природопользования, энергоэффективности и энергосбережения, ориентированные на устойчивое развитие. Дается определение системы, изменение одной части которой в конечном счете оказывает воздействие на функции других ее частей. Приведена терминология интегрального подхода как единого целого, примеры использования интегрального подхода к инжинирингу для устойчивого развития на примере мобильных автономных агрегатов при помощи расчетно-графического метода конечных отношений.

**Ключевые слова:** система, инжиниринг, устойчивое развитие, энергоэффективность, энергоёмкость.

### AN INTEGRAL APPROACH TO ENGINEERING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**Z.Sh. Yuldashev, L.S.Kasobov, R.Z.Yuldashev**

The article deals with the issues of rational nature management, energy efficiency and energy saving, focused on sustainable development. The definition of a system is given, a change in one part of which ultimately affects the functions of its other parts. The terminology of the integral approach as a whole is given, examples of the use of the integral approach to engineering for sustainable development on the example of mobile autonomous units using the computational-graphic method of finite relations.

**Keywords:** system, engineering, sustainable development, energy efficiency, energy intensity.

### РАВИШИ ИНТЕГРАЛӢ БА ИНЖИНИРИНГ БАРОИ РУШДИ УСТУВОР

**З.Ш.Юлдашев, Л.С. Касобов, Р.З. Юлдашев**

Дар мақола масъалҳои истифодабарии раціонали табиат, самаранокии энергетикӣ ва сарфаҷӯии энергия дида шуда, ба инкишофи устувор нигаронида шудаанд. Мафҳуми система дода мешавад, ки тағйир ёфтани як қисми он оқибат ба функсияи қисмҳои дигари он таъсир мерасонад. Истилоҳсозии равиши интегралӣ чун ягонаи пурра, мисолҳои истифодаи равиши интегралӣ ба инжиниринг барои инкишофи устувор дар мисоли агрегатҳои мобилии автономӣ бо ёрии усули ҳисобӣ-графикии қисбатҳои интиҳой оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** система, инжиниринг, рушди устувор, самаранокии энергетикӣ, шиддатнокии энергия.

Принципы обеспечения устойчивого развития предполагают потребление природных ресурсов в объемах их способности к восстановлению. Поэтому такие приоритетные направления развития науки, технологий и техники, как рациональное природопользование, энергоэффективность и энергосбережение, ориентированы именно на устойчивое развитие [1].

Наши ученые и инженеры должны уже на этапах проектирования современных технологий искать либо заменители природных ресурсов, либо возможности их регенерации и повторного использования. В целях исключения неблагоприятного воздействия на биосферу современные технологии не должны допускать выбросы загрязняющих веществ.

Обеспечение энергоэффективности и ресурсосбережения – одна из важнейших целей модернизации всех отраслей таджикской экономики.

Эта цель касается как крупных индустриальных и инфраструктурных объектов, так и объектов жилищно-коммунального хозяйства, офисных зданий, торговых точек, транспортных средств и тд. Она касается как крупнейших корпораций, так и малого и среднего предпринимательства во всех отраслях экономики. Ограниченность ресурсов планеты не позволяет не обращать внимание на низкий КПД

использования энергии, пресной воды, полезных ископаемых и ресурсов биосферы.

В работе [1] авторы на многих примерах показали, что совместная работа команды специалистов, обладающая междисциплинарными знаниями, может привести действительно к блестящим результатам. Отмечается, что как одностороннее рассмотрение проблем приводит лишь к их обострению и усугублению. Авантюризм или плохо просчитанные волевые решения не допустимы там, где нужна методическая слаженная работа команды компетентных специалистов, направленная на обеспечение устойчивого развития. При этом природа и условия проживания в глобальном мире оставили человечеству слишком мало прав на технические и экономические ошибки.

Новые инженерные подходы появляются вследствие возникновения новых проблем. В частности, недавний прорыв в новой области инжиниринга, получивший название «системный инжиниринг», связан с появлением потребности в реализации технически сложных проектов, в которых необходимо гарантировать соответствие друг другу всех частей системы.

Система – это открытая совокупность дополняющих друг друга и взаимодействующих друг с другом частей, обладающая свойствами, возможностями и состояниями, которые

обуславливаются как самими этими частями, так и их взаимодействием. Следовательно, изменение одной части системы, в конечном счете, оказывает воздействие на функции других частей системы.

Интегральный (комплексный) подход – это процесс проектирования систем как единого целого, в ходе которого активно рассматриваются взаимодействия между подсистемами и системами и решения

Таблица 1.

Терминология интегрального подхода как единого целого.

Английский термин	Русский термин	Пояснение термина
Design	Проектирование, технический проект	
Whole system design	Проектирование систем как единого целого, проектирование «целостных» систем	Методология проектирования системы «в целом» при активном рассмотрении взаимодействия между компонентами системы и ее подсистемами, а также между системами в целях поиска технического решения, которое было бы решением сразу нескольких проблем
System engineering	Системный инжиниринг	Методология инжиниринга, обеспечивающая соответствие друг другу всех частей проектируемой или реализуемой системы (имеет особое значение при реализации технически сложных проектов)
Sustainable engineering	Инжиниринг по принципам устойчивого развития, инжиниринг, обеспечивающий устойчивое развитие	Проектирование и создание системы, при котором в период всего жизненного цикла системы: -природные ресурсы потребляются в пределах их способности к восстановлению, подыскиваются либо заменители природных ресурсов, либо возможности их вторичного использования; -исключается выделение опасных или загрязняющих веществ в биосферу сверх ее способности; -исключается вклад в необратимые неблагоприятные на экосистемы, биогеохимические и гидрологические циклы; -обеспечивается многофункциональность системы и/или многократность ее преимуществ; -обеспечивается экономическая эффективность системы
Sustainable development	Устойчивое развитие	Развитие, удовлетворяющее потребности настоящего поколения и не ставящее под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности.
Sustainable Design	Проектирование по принципам устойчивого развития	Проектирование, которое включает в себя понятие экологичности, технологичности, направлено на ресурсосбережение и поддержание стабильности экосистем
Sustainability	Устойчивость, обеспечение устойчивости развития	Совокупность требований или характеристик, обеспечивающих сохранение природных ресурсов и окружающей среды, максимально возможную производительность, эффективность и функциональность объектов, обеспечение благоприятных условий для будущих поколений
Integrated approach, whole system approach (to sustainable design)	Интегральный (комплексный) подход (к проектированию по принципам устойчивого развития)	Подход к проектированию и инжинирингу, при котором проектируемая или создаваемая система рассматривается «в целом», то есть с учетом взаимодействия между компонентами системы и ее подсистемами, а также между системами
Need Definition	Стадия «Определение проекта»	Начальная стадия процесса проектирования, в ходе которой делаются необходимые уточнения
Conceptual Design phase	Стадия «Концепция проекта и основные технические решения»	Вторая стадия процесса проектирования, в ходе которой производится концептуальная проработка проекта

подыскиваются таким образом, чтобы одно и то же решение устраняло сразу несколько проблем (таблица 1).

Системный инжиниринг – это процесс, в рамках которого инженеры для достижения какой-либо поставленной цели анализируют и оптимизируют в целом техническую систему, состоящую из нескольких компонентов, характерных атрибутов и их взаимоотношений.

Английский термин	Русский термин	Пояснение термина
Preliminary Design	Стадия «Предпроект, эскизный проект»	Третья стадия процесса проектирования, в ходе которой разрабатывается предварительная версия рабочего проекта
Detail Design phase	Стадия «Рабочий проект»	Заключительная стадия процесса проектирования, в ходе которой создается рабочий технический проект и проводятся его анализ и проверки

В терминах инжиниринга компоненты, атрибуты и взаимоотношения определяются следующим образом:

-компоненты – это рабочие части системы, имеющие вход и выход и выполняющие процесс преобразования входа в выход. Каждый компонент системы может характеризоваться разнообразными параметрами, влияющие на состояние системы посредством управляющих воздействий и ограничений;

-атрибуты – это свойство или видимые проявления компонентов системы. Атрибуты характеризуют систему;

- взаимоотношения – это связь между компонентами и атрибутами.

В рамках инжиниринга предназначение или цель системы должны быть явным образом определены и осмыслены таким образом, чтобы можно было выбрать состав компонентов системы, обеспечивающий желаемый результат ее работы. Целенаправленное действие, выполняемое системой, называется ее функцией. Обычно функция системы заключается в преобразовании и изменении материалов, энергии и/или информации. Системы, преобразующие материалы, энергию или информацию, состоят из структурных компонентов, рабочих компонентов и измеряемых компонентов. Структурные компоненты – это статические части системы, рабочие компоненты – это части, выполняющие процесс преобразования, а изменяемые компоненты – это преобразуемые материалы, энергия или информация. Вся система состоит из компонентов, и во всяком компоненте можно выделить более мелкие компоненты.

Для оптимизации системы в целом и достижения поставленной цели или решения задачи инженеры, занимающиеся системным инжинирингом, обычно работают в сотрудничестве с инженерами, специализирующимися в других традиционных инженерных дисциплинах. Системный инжиниринг играет роль интегратора всех инженерных областей, что позволяет достигать более значимых результатов (рисунок 1) [2].

Рассмотрим простейший случай, когда шесть элементов связаны друг с другом последовательно, и каждый имеет КПД, равным 0,8. Если КПД каждого элемента повысить на 0,1, то получим:

$$\eta_{0,8} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,26214;$$

$$\eta_{0,9} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,53144.$$

Как видно, повышение КПД элемента на 0,1 приводит к повышению суммарного КПД шести элементов более чем в два раза. Применение методов проектирования систем как единого целого улучшает производительность ресурсов более чем на 50%, на что раньше не обращали внимание. Также соответственно снижается неблагоприятное воздействие на окружающую среду.



Рис.1. Области применения системного инжиниринга.

Энергосбережение согласно Закону Республики Таджикистан «Об энергосбережении и энергоэффективности» от 29 августа 2013 года, №560:

- это рациональное использование и сокращение потерь в процессе производства, преобразования, транспортировки и потребления энергии;

- энергоэффективность - экономически обоснованное эффективное использование энергетических ресурсов с учётом степени развития существующей техники и технологии с соблюдением потребностей защиты окружающей среды, достижение эффективного использования топливно-энергетических ресурсов;

Расчетный срок службы, например, электроприборов, строений и объектов инфраструктуры, обычно составляет 20...50 лет. Срок сдачи объекта строительства требует, чтобы эти проекты более критически оценивались на эффективность и функциональность, чем делалось прежде. Ниже приведем выступление в новом здании Австралийского парламента, представитель Австралии в ООН Роберт Хилл описал ущерб от

отказа учесть экологические аспекты на стадии проектирования следующим образом: “На противоположном берегу озера Берли Гриффин находится одно из самых знаменитых в Австралии сооружений – здание Парламента. Официально оно было открыто в 1988 году и обошлось налогоплательщикам в круглую сумму. Но уже начиная с 1989 года предпринимались усилия по снижению энергопотребления в здании Парламента, что привело к сокращению используемой энергии на 41%, а также к снижению выбросов парниковых газов более чем на 20 тыс. тонн в год” [3].

Другим примером использования интегрального подхода к инжинирингу для устойчивого развития являются работы [4, 5] руководителя научной школы «Эффективное использование энергии» профессора В.Н. Карпова, который предложил расчетно-графический метод конечных отношений (МКО). МКО позволяет определять энергоемкость каждого технического элемента и выпускаемой продукции потребительской энергетической системы (ПЭС).

До введения в ПЭС энерготехнологических процессов (ЭТП) определение энергоемкости продукции сводилось к формальному делению суммарного потребления энергии (как правило, за год) на объем выпущенной продукции. Режим потребления энергии (зависимость мощности  $P(t)$ ) интересовал только поставщиков. Анализировались не потребительские свойства энергии, а можно сказать, товарные, искажение показателей которых приводило к конфликтному потреблению. В электротехнике яркими примерами нарушения режима потребления являются реактивная энергия и фазная несимметрия нагрузок, приводящие к увеличению потерь. Математический аппарат потребления ограничивается, в основном, интегрированием функции мощности. Появление современных точных и надежных счетчиков электрической энергии ослабило интерес к развитию анализа нагрузок и математического аппарата.

Выделение ПЭС, в основе которой имеется совокупность технических элементов, в специальный вид технических систем - *действующих*, оправдано тем, что повышение энергоэффективности создает многофакторный эффект - энергетический, экономический и экологический (за счет уменьшения сжигания топлива), и является необходимым условием целесообразности поддержания надежности.

На основании изложенного сформулируем определение ПЭС: действующая техническая система, непрерывность действия и устойчивость развития которой зависит не только от работоспособности (прочности, надежности), но и от роста энергоэффективности,

обеспечивающего конкурентоспособность продукции.

Наряду с этим недостаточно изучались и использовались потребительские свойства различных видов энергии, определяющие особенности ее действия на различные среды и объекты. Примеров ограниченности доступа к некоторым видам энергии для создания эффективных технологий в агропромышленном комплексе можно привести много. С этой точки зрения введение энерготехнологических процессов в ПЭС выводит потребительское энергосбережение на новый уровень синтеза ПЭС и исследований, который можно назвать выбором технологий для получения заданного технологией производства продукции результата (наряду с выбором оборудования) за счет энергетического действия. Такой уровень анализа позволяет сочетать решать задачу повышения энергоэффективности не только за счет потерь, но и с учетом качества теряемой энергии, то есть с быстрым использованием достижений научно-технического прогресса в энергетическом оборудовании для преобразования энергии.

Таджикистан до 2030 года должен превратиться из промышленно-аграрной в индустриальную страну. Индустриализация страны объявлена четвертой стратегической целью после энергетической независимости, вывода страны из транспортного тупика и обеспечения населения собственным продовольствием [6, 7].

Для достижения данной цели Правительством Республики Таджикистан все больше уделяется внимание на развитие науки и техники, для реализации которых принят ряд программ и стратегий, такие как: «Программа развития точных наук в Республике Таджикистан на 2005-2008 годы», «Стратегия Республики Таджикистан в области науки и технологий на 2007-2015 годы», «Программа интеграции науки и высшего образования Республики Таджикистан на 2010-2015 годы», «Программа развития потенциала и интеллектуальной собственности человека на период до 2020 года», «Программа развития естественных, математико-технических наук на 2010-2020 годы», «Государственная программа по обеспечению общеобразовательных учреждений республики предметными кабинетами и оснащёнными учебными лабораториями на 2018-2020 годы».

С целью улучшения ситуации и укрепления интеллектуального потенциала общества указом Президента Республики Таджикистан 2020-2040 годы объявлены «Двадцатилетием изучения естественных, точных и математических наук в области науки и образования» (г. Душанбе, 31 января 2020 года, №1445), которые направлены на укрепление процесса изучения естественных, точных и математических наук, а также развитие

технического мышления подрастающего поколения и молодежи.

С уверенностью можно сказать, что все вышеуказанные программы и стратегии не только существенно улучшили систему управления отраслью и связали отечественную науку с производством, но и в целом будут способствовать дальнейшему развитию системы образования, применения новых энергосберегающих и ресурсосберегающих, и инновационных технологий в нашей стране [8].

В связи с этим необходимо сконцентрировать в проектных организациях высококвалифицированных специалистов и современные мировые инновационные технологии в области проектирования систем как единого целого для успешного решения задачи индустриализации страны.

**Литература:**

1. Стасинопулос, П. Проектирование систем как единого целого. Интегральный подход к инжинирингу для устойчивого развития / П. Стасинопулос и др. – М.: Эксмо, 2012. – 288 с.
2. Blanchard, B.S. and Fabricky, W.J. Systems Engineering and Analysis (fourth edition), Pearson Prentice Hall, UPPER Saddle River, NJ, Chapter 1 (2006).
3. Обращение федерального министра Австралии по охране окружающей среды и культурного наследия, почетного сенатора Роберта Хилла к Международному обществу экономистов-экологов, Канберра, 6 июля 2000 г. [www.deh.gov.au/minister/env/2000/spbj1100.html](http://www.deh.gov.au/minister/env/2000/spbj1100.html), на 19.10.2007.
4. Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш., Немцев А.А., Немцев И.А. Управление энергетической эффективностью предприятия - это правильный выбор оборудования и действия энергии / -Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. -СПб.: СПбГАУ. 2016. - №45. - С.291-297.
5. Карпов В.Н., Юлдашев З. Ш. Энергосбережение. Метод конечных отношений: монография. СПб.: СПбГАУ, 2010.
6. Постановление Правительства Республики Таджикистан о Программе ускоренной индустриализации Республики Таджикистан на 2020-2025 годы. г. Душанбе, от 27 мая 2020 года, №293.
7. <http://www.infoshos.ru/>. Таджикистан взял курс на индустриализацию страны.
8. <https://medt.tj/ru/>. Сайт Министерства экономического развития и торговли Республики Таджикистан.

На первом этапе на проектируемых и строящихся объектах рекомендуется руководствоваться интегральным подходом к инжинирингу для устойчивого развития. На втором этапе пересмотреть существующие действующие проекты, которые уже находятся в эксплуатации.

**Выводы**

Создание проекта, соответствующего принципам устойчивого развития, означает акцент на применении методов проектирования систем как единого целого для снижения энергоемкости выпускаемой продукции и первоочередного учета проблем защиты окружающей среды и социальных вопросов наряду с экономическими аспектами.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Юлдашев Зарифчон Шарифович	Юлдашев Зарифджан Шарифович	Zarifjan Sharifovich Yuldashev
доктори илмҳои техники, ходими пешбари илмӣ	доктор техн. наук, ведущий научный сотрудник	Doctor of Technical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умаров АМИТ	Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАРТ	S. U. Umarov Institute of Physics and Technology NANT
<a href="mailto:zarifjan_yz@mail.ru">zarifjan_yz@mail.ru</a>		
ORCID id 0000-0002-9924-2952		
TJ	RU	EN
Қасобов Лоик Сафарович	Касобов Лоик Сафарович	Qasobov Loig Safarovich
н.и.т.ҳои техники, дотсент	канд. техн. наук, доцент	Ca Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ им. академика М.С.Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
<a href="mailto:loiknstu@mail.ru">loiknstu@mail.ru</a>		
ORCID id 0000-0002-9271-6908		
TJ	RU	EN
Юлдашев Рауф Зарифҷонович	Юлдашев Рауф Зарифҷонович	Yuldashev Rauf Zarifjonovich

Н.и.т.ҳои техникӣ	канд. техн. наук	Candidate of Technical Sciences
Ташкилоти ҷамъиятии “Ассоциатсияи ҳамкорӣ барои рушд”	Общественная организация «Ассоциация партнеров для развития»	Public organization “Development partner’s association”
raufyuldashev@gmail.ru		
ORCID id 0000-0002-7046-1692		

## АНАЛИЗ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Д.К. Джураев, С.Р. Ниёзи (Чоршанбиев)

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В данной статье анализируется стратегия развития электроэнергетики Республики Таджикистан, опираясь на гидроэлектроэнергетику. Был рассмотрен общий потенциал экономически эффективной части электроэнергии по всей республике. С целью анализа были приведены Технические показатели основных действующих гидроэлектростанций Республики Таджикистан, а также динамика развития энергетики республики с 1935 до 2025 года.

Так как на данный момент Рогунская ГЭС является основным сооружением энергосистемы Таджикистана, приведены и проанализированы основные параметры данной ГЭС и ее роль в развитии электроэнергетической отрасли республики, а также Центральной Азии.

Затем были рассмотрены план построения и роль Шурабской ГЭС в развитии электроэнергетической отрасли республики.

Исходя из анализа стратегии, были сделаны выводы, что, учитывая потенциал выработки электрической энергии с учетом модернизации вышеприведенных гидроэлектростанций, рациональное использование гидроэнергоресурсов Таджикистана будет способствовать устойчивому развитию не только самой республики, но и стран Центральной Азии.

**Ключевые слова:** гидроэнергетика, Республика Таджикистан, ГЭС, электроэнергетика, энергоресурс, мощность, электрическая энергия.

## ТАҲЛИЛИ СТРАТЕГИЯИ РУШДИ СОҶАИ ЭНЕРГЕТИКАИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Д.К. Ҷӯраев., С.Р. Ниёзи (Чоршанбиев)

Дар мақолаи мазкур стратегияи рушди соҳаи энергетикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар асоси гидроэнергетика таҳлил карда шудааст. Потенсиали умумии қисми камхарҷи нерӯи барқ дар тамоми Ҷумҳурии Тоҷикистон ба барномаи шуд. Бо мақсади таҳлил нишондиҳандаҳои техникаи асосии нерӯгоҳҳои барқии обии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ва инчунин динамикаи рушди соҳаи энергетикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон аз соли 1935 то соли 2025 оварда шудаанд.

Азбаски дар айни замон НБО Рогун сохтори асосии системаи энергетикаи Тоҷикистон ба ҳисоб меравад, параметрҳои асосии ин нерӯгоҳ ва нақши он дар рушди соҳаи энергетикаи ҷумҳурӣ, инчунин Осиёи Марказӣ пешниҳод ва таҳлил карда шудаанд.

Баъд плани сохтмон ва саҳми НОБ Шӯроб дар таракқиёти соҳаи энергетикаи ҷумҳурӣ ба барномаи шуд.

Дар асоси таҳлили стратегия ба ҳуҷусоғириё шуд, ки бо назардошти иқтидорҳои тавлиди нерӯи барқ бо дарназардошти таҷдиди нерӯгоҳҳои барқии обии дар боло зикр гардида, ва инчунин истифодаи оқилонаи захираҳои обӣ дар Тоҷикистон ба рушди устувори на танҳо худ ҷумҳурӣ, балки мамлакатҳои Осиёи Миёна ҳам манфиат бахш аст.

**Калимаҳои калидӣ:** Гидроэнергетика, Ҷумҳурии Тоҷикистон, нерӯгоҳи барқии обӣ, нерӯи барқ, захираи энергетикӣ, иқтидор, нерӯи барқ.

## ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT STRATEGY OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

D.K. Dzhuvaev., S.R. Niyozzi (Chorshanbiev)

This article analyzes the strategy for the development of the electric power industry of the Republic of Tajikistan, based on hydropower. The overall potential of the cost-effective portion of electricity throughout the Republic was considered. For the purpose of the analysis, the technical indicators of the main operating hydroelectric power plants of the Republic of Tajikistan, as well as the dynamics of the development of the energy sector of the Republic from 1935 to 2025, were given.

Since at the moment Rogun HPP is the main structure of the energy system of Tajikistan, the main parameters of this HPP and its role in the development of the electric power industry of the Republic, as well as Central Asia, are presented and analyzed.

Then the plan for the construction and the role of the Shurab hydroelectric power station in the development of the electric power industry of the Republic were considered.

Based on the analysis of the strategy, it was concluded that, given the potential for generating electricity, taking into account the modernization of the above hydroelectric power plants, the rational use of hydropower resources in Tajikistan will contribute to the sustainable development of not only the republic itself, but also the countries of Central Asia.

**Key words:** hydropower, the Republic of Tajikistan, hydroelectric power station, electric power, energy resource, capacity. Electric Energy.

### Введение

Электроэнергия, как универсальный энергоноситель, используется во всех отраслях и социально-бытовой сфере. Степень развития технического прогресса в обществе определяется количеством и мерой эффективного использования электрической энергии в производственных и социальных процессах. Общеизвестно, что от состояния электроэнергетической отрасли зависит напрямую судьба экономического и социального развития Таджикистана. Причем эффективность электроэнергетики определяется не столько эффектом ее производства, сколько эффектом,

достигаемым в других отраслях народного хозяйства. Поэтому прогнозные оценки развития отрасли в целях выбора стратегии должны быть направлены как на отбор наилучших среди альтернативных способов производства электроэнергии, оценку ущерба от ее недоотпуска или сокращения потребления, так и на оптимизацию использования различных энергоносителей.

После распада СССР весьма рельефно выявили предельную уязвимость экономики республики от поставок газа, угля, нефти и нефтепродуктов, завоза дров. Таджикистан не имеет больших запасов нефти и газа. Из общих

запасов в регионе Центральной Азии этих энергоресурсов, порядка 4,5 млрд.т.у.т., на долю Таджикистана приходится всего 0,05 млрд.т.у.т.(3). С постепенным сокращением их поступления в республику, свертыванием экономики, социальная значимость электрической энергии, как энергетического эквивалента возросла. Все технологические процессы в промышленности и быту были переориентированы на электрическую энергию. Расширившееся частное предпринимательство вынужденно (а оно иного источника энергии и не знало) использовало электричество. Если в 90-х годах использование электроэнергии населением составляло 1,3-1,5 млрд.кВт-часов, [1,2], то в настоящее время население и небольшие частные производства (хлебопекарни, сушилки лука, маслосбойки и пр.) уже расходуют более 6 млрд.кВт-часов электрической энергии. И гидроэлектроэнергетика при всей не свойственной ей роли поставщика базисной энергии справилась с этой функцией.

По существу судьба электроэнергетики была предопределена географией Таджикистана и ее орографией. Большое количество рек и речушек имеют на своем пути существенные перепады высот – велика их потенциальная энергия. В связи с этим Таджикистан обладает очень большими запасами дешевой и экологически чистой гидроэнергии рек.

**Цель работы:** Анализировать стратегию развития электроэнергетики Республики Таджикистан, опираясь на гидроэлектроэнергетику. Рассмотреть общий потенциал экономически эффективной части электроэнергии по всей республике.

**Материалы для анализа:** Наличие в Республике Таджикистан 530 рек суммарной длиной 14 536 км, обладающих потенциальной энергией 527,05 млрд.кВт.ч. в год (более 158 млн.т.у.т.), подтверждают необходимость

использования этой энергии. Из них 85 млрд.кВт.ч. – это экономически эффективная часть общего потенциала.

В настоящее время суммарная выработка электроэнергии всеми гидроэлектростанциями Таджикистана составляет 19-20 миллиардов кВт-часов и зависит от водности года. Перечень наиболее значимых ГЭС, расположенных на 2-х крупнейших реках, приведен в таблице 1. (показатели указаны по состоянию на 1.01.2021г.).

Как следует из этой таблицы, основным поставщиком электроэнергии республики являются гидроэлектростанции на реке Вахш, доля которых достигает почти 98% суммарной выработки всеми электростанциями. При этом вклад Нурекской ГЭС превосходит 65% всей поставляемой потребителям собственной электроэнергии.

Именно в зависимости от работоспособности одной ГЭС всей энергосистемы Таджикистана заключается слабость последней и поэтому нужны усилия в развитии генерирующих мощностей.

Освоение гидроэнергетических ресурсов в республике началось с вводом в эксплуатацию Варзобская ГЭС-1 в 1936 году. Динамика развития гидроэнергетики показано на рис. 1.

В настоящее время продолжается сооружение самой высокой в мире насыпной плотины Рогунской ГЭС (335 м), которое позволит создать достаточно большой резервуар многолетнего регулирования емкостью 13,3 кубических километров и среднегодовым потенциалом 13,3 млрд.кВт-часов. Управляемый сброс накопленной в этом водохранилище воды позволит ликвидировать как заиливание Нурекского водохранилища и использование его как базисную станцию, так и регулировать сток реки Аму-Дарьи в интересах республик, расположенных ниже по течению.

Таблица 1.

Технические показатели основных действующих гидроэлектростанций Республики Таджикистан.

Наименование электростанции	Мощность, МВт			Год ввода	Характер регулирования	Место расположения
	Установленная	располагаемая	рабочая			
Нурекская ГЭС	3000	2330	1503	1972-1979	сезонный	река Вахш
Байпазинская ГЭС	600	450	282,2	1985	суточный	река Вахш
Головная ГЭС	240	143	118,5	1962-1963	суточный	река Вахш
Перепадная ГЭС	29,95	25	21,93	1958-1960	деривационный	река Вахш
Центральная ГЭС	15,1	6	1,8	1964	деривационный	река Вахш
Каскад Варзобских ГЭС	27,42	12,7	6,5	1936-1953	деривационный	приток реки Вахш
Кайракумская ГЭС	126	126	73,3	1956	сезонный	река Сыр-Дарья
Сангтудинская ГЭС-1	670	670	616,4	2008	суточный	река Вахш
Сангтудинская ГЭС-2	220	220	99	2011	суточный	река Вахш



Наименование электростанции	Мощность, МВт			Год ввода	Характер регулирования	Место расположения
	Установленная	располагаемая	рабочая			
Рогунская ГЭС	760	200	148,2	2018	многолетний	река Вахш

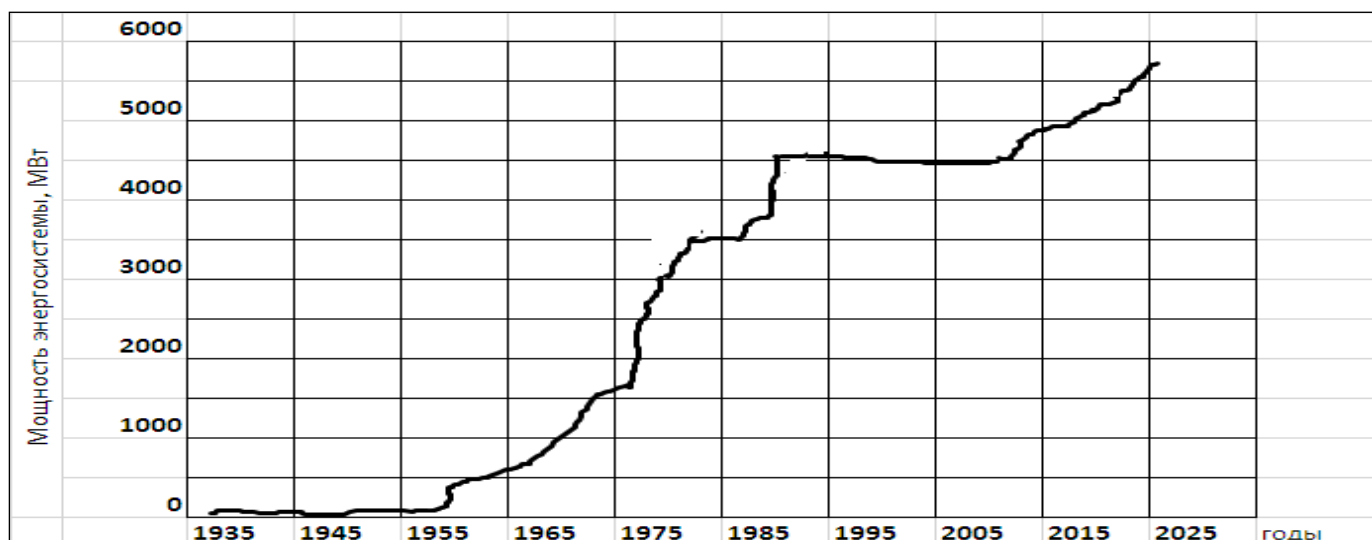


Рис. 1. Динамика развития энергетики Таджикистана [3,4].

Рогунская ГЭС закрывает проблему зимней нехватки электроэнергии в Таджикистане. В случае восстановления объединенных энергосистем Центральной Азии позволит оптимизировать резерв пиковых мощностей для совместно работающих энергосистем, повысить надежность их параллельного функционирования. Рогунская ГЭС предусматривает поэтапный ввод мощностей с целью выработки электроэнергии в процессе самого строительства и строительства первой очереди по разработанному графику ведется с пуском двух агрегатов.

Основные технические характеристики гидроузла приведены в таблице 2.

Необходимо отметить, что 29 октября 2016 года осуществлено перекрытие русла реки Вахш. Пуск первого агрегата состоялся 16 ноября 2018 года, а второго агрегата 9 сентября 2019 года. В настоящее время продолжается строительство плотины и строительных туннелей 4 и 5.

Таблица 2.

Основные параметры гидроузла:

Параметры	Проектные	1 очереди
Установленная мощность, тыс.кВт	3600	800
Число агрегатов и их мощность, тыс.кВт	6x600	2x400
Среднегодовая выработка э/э, млрд.кВт.ч	13,3	4,0
Объем водохранилища, км <sup>3</sup>	13,3	2,5
В том числе полезный объем, км <sup>3</sup>	8,6	-

Фактическая выработка электроэнергии Рогунской ГЭС с начала пуска двумя агрегатами составляет 2,237 млрд. кВт. часов.

В связи с поэтапным вводом энергоблоков на Рогунской ГЭС в настоящее время параллельно рассматривается возможность строительства новых ЛЭП для создания дополнительных возможностей для экспорта электроэнергии в страны Центральной и Южной Азии.

Проводятся подготовительные работы на Шуробской ГЭС – последней в Вахшском каскаде гидроэлектростанции, которая располагается на 12 км ниже плотины Рогунской ГЭС. Согласно предварительным исследованиям, подготовленным проектными институтами, включая «Ташгидропроект», «Синохайдро Корпорейшн Лимитед» и «Нурофар» мощность Шуробской ГЭС оценивается от 810 до 900 МВт. Основные технико-экономические показатели приведены в 2-х вариантах компоновки в таблице 3.

Таблица 3.

Технико-экономические показатели Шуробской ГЭС по вариантам компоновки.

Показатели	Каменно-земляная плотина	Бетонная плотина
Установленная мощность, тыс.кВт	810.000	900.000
Среднемультилетняя выработка э/э, млрд.кВт.ч	3,1	3,19
Объем водохранилища, км <sup>3</sup> : в том числе полный полезный	7,7 5,0	7,7 5,0

**Результаты и их обсуждения:** По данным соответствующих министерств и ведомств, в настоящее время ведутся переговоры с австралийской компанией «Fortescue Future Industries Pty Ltd» по подготовке технико-экономического обоснования проекта строительства Шуробской ГЭС и возможности дальнейшего финансирования строительства этой станции.

Одной из важнейших задач первого периода является обеспечение задела для освоения энергетических ресурсов на реке Зарафшон для обеспечения энергетической безопасности Согдийской области республики.

Понятно, что в стратегии развития топливно-энергетического комплекса и электроэнергетической отрасли, как составной части этого комплекса, недопустимы ограничения, связанные с отставанием в развитии ресурсной базы, особенно при условии, что потенциал ее огромен. Главная задача заключается в том, чтобы найти такое оптимальное сочетание использования топливно-энергетических ресурсов, которое позволило бы в первую очередь снять социальную напряженность в обществе, вызванную недостатком электроэнергии в холодное время года, и, во-вторых, быстрыми темпами развивать производство электроэнергии.

В настоящее время сделана реструктуризация электроэнергетической отрасли Таджикистана с акционированием и выделением генерирующих, передающих и распределительных компаний. Ожидается, что распространение рыночных механизмов на электроэнергетику помимо общеизвестных требований имеет еще ряд положительных моментов: расширение электрических связей между соседними энергосистемами,

взаимовыгодные перетоки электрической энергии, следовательно, выгоды централизации производства электроэнергии, создание меньшего резерва генерирующих мощностей и соответственно, меньше инвестиций в обеспечение надежного электроснабжения потребителей.

Необходимо отметить, что основным экспортным товаром Таджикистана в будущем должна стать электроэнергия. Спрос на этот товар стабильно высокий. Тариф на электроэнергию со временем будет только возрастать.

Наши ближайшие соседи – Узбекистан, Туркменистан и Казахстан, у которых доля тепловых электростанций в общем объеме производства электроэнергии составляет соответственно более 86%, более 99% и более 87% в обозримом будущем (через несколько десятилетий) будут нуждаться в электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями Таджикистана.

В настоящее время заключен долгосрочный контракт на поставку электроэнергии в Пакистан и Афганистан в летний период, когда в Таджикистане имеется лишняя выработка электроэнергии.

#### Выводы

Из вышеизложенного следует сделать вывод, что в Таджикистане гидроэлектроэнергетике, как возобновляемой, экономичной и экологически чистой энергии нет альтернативы при наличии возможности доставки её в страны Центральной и Южной Азии.

Рациональное использование гидроэнергоресурсов Таджикистана будет способствовать устойчивому развитию не только самой республики, но и стран Центральной Азии.

#### Литература:

1. Бурханов Р.С., Бурханов С.С., Джураев Д.К., Некоторые проблемы использования энергии рек Центральной Азии, «Неру», №1, 2004 г., Изд. Эчод, Душанбе.
2. Бурханов Р.С., Джураев Д.К. Опыт функционирования рынков электроэнергии стран мира и создание электроэнергетического рынка в Таджикистане, «Неру», №1(3), 2005 г., Изд. Эчод, Душанбе.
3. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. Л.:Недра. 1965.
4. Технические отчеты ОАХК «Барки Точик» за 2019-2020 гг.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Ҷураев Ҷурабой Киёмович	Джураев Джурабой Киёмович	Juraev Juraboy Kiyomovich
Н.и.и.	К.э.н., старший преподаватель	Candidate of Economics, Senior Lecturer
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ им. академика М.С.Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Ниёзӣ (Чоршанбиев) Сирочиддин Рачаббоқӣ	Ниёзи (Чоршанбиев) Сироджиддин Ражаббоки	Niyozii (Chorshanbiev) Sirojiddin Rajabboki

Н.и.т., ассистент	К.т.н., ассистент	Candidate of Technical Sciences, assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ им. академика М.С.Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
<a href="mailto:sirochiddin.chorshanbiev.89@mail.ru">sirochiddin.chorshanbiev.89@mail.ru</a>		
<a href="https://orcid.org/0000-0003-0439-7765">https://orcid.org/0000-0003-0439-7765</a>		

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГИБРИДНОГО ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

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

**Э.Р.Мирзоев**

Системы солнечной, ветровой и гидроэнергии считаются перспективными источниками выработки энергии из-за их доступности и преимуществ при производстве электроэнергии на местном уровне. Однако недостатком является их непредсказуемость. Эта проблема может быть частично преодолена путем объединения этих двух или более ресурсов в надлежащей комбинации для формирования гибридного энергетического комплекса в труднодоступных регионах Таджикистана. Тем не менее, согласование требований к различным источникам энергии, хранению энергии и нагрузке является сложной задачей. Таким образом, характеристики различных возможных конфигураций должны быть исследованы для достижения оптимальной комбинации с использованием программы моделирования. Количество симуляций и время, необходимое для расчета, повышается с увеличением количества переменных оптимизации. Поэтому очень важен выбор быстрой и точной техники оптимизации.

**Ключевые слова:** энергокомплекс, энергия, оптимизация, стоимость, гибридный.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСИ ЭНЕРГЕТИКИ ГИБРИДИ ИБОРАТ АЗ МАНБАЪҶОИ БАҶҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ

**Э.Р.Мирзоев**

Системаҳои энергетикӣ офтобӣ, бодӣ ва обӣ бинобар сабаби дастрасӣ ва бартарӣ доштани хангоми истеҳсоли энергия дар сатҳи маҳаллӣ манбаъҳои ояндадор ба ҳисоб мераванд. Аммо норасоии асосии онҳо пешгӯӣ нашавандагӣ мебошад. Масъалаи мазкурро метавон бо роҳи ҳамҷоя намудани ин ду ҷиҳат аз он намуди захираҳои дар як комбинатсия барои ташкил намудани комплекси энергетикӣ гибриди дар манотиқи дурдасти Тоҷикистон паси сар намуд. Гузашта аз ин, расидан ба талаботи манбаъҳои гуногуни энергия, нигоҳдории он ва сарбори масъалаи мураккаб ба ҳисоб меравад. Ҳамин тариқ, тавсифи шаклҳои имконпазири гуногунро барои расидан ба комбинатсияи оптималӣ тавассути барномаи амсиласозӣ таҳқиқ намудан зарур аст. Шумораи шаклҳо ва вақт барои ҳисоб бо зиёдшавии миқдори оптимизатсия тағйирёбанда афзоиш меёбад. Барои ҳамин ҳам интиҳоби техникаи зудамал ва дақиқи оптимизатсия бениҳоят муҳим аст.

**Калимаҳои калидӣ:** комплекси энергетикӣ, энергия, оптимизатсия, арзиш, гибриди.

## OPTIMIZATION OF A HYBRID ENERGY COMPLEX CONSISTING OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

**E.R. Mirzoev**

Annotation. Solar, wind and hydro systems are considered promising sources of energy generation due to their availability and advantages in local power generation. However, the disadvantage is their unpredictability. This problem can be partially overcome by combining these two or more resources in an appropriate combination to form a hybrid energy complex in hard-to-reach regions of Tajikistan. However, reconciling the requirements for different energy sources, energy storage and load is challenging. Thus, the characteristics of the various possible configurations must be investigated to achieve the optimal combination using the simulation program. The number of simulations and the time it takes to calculate increases with the number of optimization variables. Therefore, choosing a fast and accurate optimization technique is very important.

**Key words:** energy complex, energy, optimization, cost, hybrid.

### Введение

В настоящее время во всем мире наблюдается быстрое развитие возобновляемых источников энергии при их работе в составе существующей сети и автономном режиме. Основной проблемой локальных автономных энергокомплексов на основе возобновляемой энергии (ВИЭ) являются их непредсказуемость и колебания подачи электроэнергии, которые можно устранить с помощью соединения в один узел всех существующих на месте возобновляемых источников энергии гидро- / солнечной / ветровой/ геотермальной энергии, которые позволяют повысить эффективность энергокомплексов, повысить надежность электроснабжения и уменьшить расходы на систему хранения энергии [1].

Чтобы решить проблемы устойчивости и качества электроэнергии, передача энергии от возобновляемых источников на нагрузку должна осуществляться надлежащим образом. Поэтому следует предложить процесс управления энергопотреблением, чтобы предотвратить прерывание подачи электроэнергии или ее

непроизводительный расход, чтобы нагрузки работали должным образом.

Основная цель оптимизации энергокомплекса - достичь подходящего размера каждого компонента и стратегии управления, которые обеспечивают надежную, эффективную и экономичную систему. Оптимизация выполняется путем минимизации (или максимизации) целевой функции с использованием подходящего критерия, такого как чистая текущая стоимость (ЧТС) и / или цена произведенной электроэнергии.

### Постановка задачи создания гибридных систем возобновляемой энергии

Возобновляемые источники энергии являются непостоянными, следовательно, гибридная система возобновляемых источников энергии считается подходящим решением для удовлетворения требований к электричеству, особенно для удаленных районов. Энергокомплекс, который включает в себя более одного типа технологий возобновляемой энергии на объекте, может помочь смягчить эффект неустойчивого характера, который проявляют

некоторые из них, и достичь устойчивого источника.

Как упоминалось ранее, ветряные и солнечные системы считаются подходящими источниками для производства энергии из-за их доступности и производства электроэнергии на месте. Однако недостатком, общим для использования солнечной и ветровой энергии, является их непредсказуемый характер и зависимость от погодных изменений; обе эти энергетические системы должны быть слишком большого размера, чтобы сделать их полностью надежными. К счастью, проблемы, вызванные изменчивой природой этих ресурсов, могут быть частично преодолены путем интеграции этих двух или более ресурсов в надлежащую комбинацию для формирования энергетической системы.

Энергокомплекс - это энергосистема, включающая в себя ряд агрегатов и оборудования. Для альтернативных типов каждого из этих устройств обычно существуют разные технологии. Выбрать оптимальные альтернативы непросто. Чтобы лучше понять, как проектируется и оптимизируется энергокомплекс, следует использовать инструмент оптимизации.

#### Существующие методы оптимизации ВИЭ

Процесс оптимизации выполняется с помощью целевой функции (ЦФ) по некоторым переменным при наличии ограничений на эти переменные. Целевая функция - это либо функция стоимости, либо функция энергии, которая должна быть минимизирована, либо функция вознаграждения или функция полезности, которая должна быть максимизирована [3,4].

Метод оптимизации используется для поиска оптимизированного решения для конкретной модели оптимизации. «Оптимальный» - это слово, которое используется для демонстрации значения наилучшего, максимального или минимального [4]. Проблемы, связанные со стоимостью, требуют, чтобы лучшая стоимость была как можно меньше. С другой стороны, проблемы, связанные с прибылью, увидят максимальное значение как лучший ответ. В зависимости от типа модели, детерминированной или стохастической, существует несколько хорошо известных методов оптимизации, например:

Линейное программирование, тип выпуклого программирования, применяется в случаях, когда функция является линейной, а ограничения задаются с использованием только линейных равенств и неравенств.

Конусное программирование второго порядка - это выпуклая программа, включающая определенные типы квадратичных программ.

Целочисленное программирование применяется в том случае, если некоторые или все переменные линейного решения ограничены, чтобы иметь целочисленное значение. Обычно это сложнее, чем линейное программирование.

Квадратичное программирование позволяет OF иметь квадратичные члены, в то время как допустимый набор решений должен быть идентифицирован с помощью линейных равенств и неравенств. Некоторые частные случаи квадратичного члена приводят к типу «выпуклого программирования».

Дробное программирование связано с оптимизацией соотношений двух нелинейных функций. Особый класс «вогнутых дробных программ» можно преобразовать в задачу «выпуклой оптимизации».

Нелинейное программирование используется для общего случая целевой функции и / или ограничений, содержащих нелинейные части. Случаи выпуклой программы влияют на сложность решения.

Стохастическое программирование применяется, когда некоторые ограничения или параметры зависят от случайных величин.

Комбинаторная оптимизация применима, когда набор «возможных решений» сводится или может быть сокращен до дискретного.

Бесконечномерная оптимизация применяется в том случае, если набор «возможных решений» является подмножеством «бесконечномерного пространства».

Стохастическая оптимизация используется в случае измерения случайных функций или случайных входных данных.

Устойчивое программирование, как и стохастическое программирование, представляет собой попытку уловить неопределенность данных, лежащих в основе проблемы оптимизации. Устойчивые цели оптимизации - найти решения, которые действительно при всех возможных реализациях неопределенностей.

Эвристика и «метаэвристика» используют ограниченные предположения относительно оптимизируемой задачи или вообще не используют их. Обычно эвристика не гарантирует, что будет найдено оптимальное решение. Фактически эвристика используется для поиска приближенных решений сложных задач оптимизации.

В дополнение к этим методам растет интерес к применению методов искусственного интеллекта в проектировании энергосистем. Методы искусственного интеллекта в отличие от строгих математических методов способны адаптироваться к нелинейностям и разрывам, которые обычно встречаются в энергосистемах. К наиболее известным алгоритмам этого класса относятся:

- Эволюционное программирование
- Генетические алгоритмы
- Имитация отжига
- Табу поиск
- Нейронные сети

### Постановка задачи оптимизации энергокомплекса

Поскольку энергосистема должна быть устойчивой и экологически безопасной, основная функция энергокомплекса - надежное и экономичное снабжение качественной электрической энергией. Таким образом, оптимизация играет важную роль. Это позволяет минимизировать эксплуатационные расходы, первоначальные инвестиции и воздействие на окружающую среду, а также максимизировать надежность, качество и эффективность.

Оптимизация энергокомплекса, используемого для анализа системы, в основном сосредоточена на двух проблемах: (1) определение оптимальной конфигурации энергосистемы и оптимального типа и размера установленных блоков генерации, и (2) стратегии проектирования для оптимальной диспетчеризации, которые подчиняются ограничениям системы, отвечающей требованиям нагрузки при минимальных затратах.

Для оптимизации затрат при проектировании системы используются такие конфигурации и стратегии управления, которые позволяют достичь наименьших общих затрат на протяжении всего срока службы системы. Стоимость срока службы системы обычно состоит из двух или более компонентов. Срок службы системы обычно считается сроком службы фотоэлектрических панелей - элементов с более длительным сроком службы.

Стоимость системы - это сумма всех ее компонентов, например, фотоэлектрической панели, БТ, батареи, преобразователя и любых других необходимых устройств, помимо стоимости установки. Затраты на компоненты включают в себя все затраты: капитальные, замену, эксплуатацию и техническое обслуживание, а также расход топлива. Некоторые из этих затрат зависят от выбранной стратегии управления.

### Решение задачи оптимизации энергокомплекса на основе ВИЭ

Для системы СЭС / ВЭС / ГЭС / аккумуляторных батарей цель состоит в том, чтобы минимизировать чистую приведенную стоимость (ЧПС) при нагрузке и ограничениях по мощности [5.6]:

$$\text{Минимизация ЧПС} = \sum C_{ГЭС} + \sum C_{СЭС} + \sum C_{ВЭС} + \sum C_{АКБ} + \sum C_{\text{преобразов}} \quad (1)$$

С учетом ограничений

$$\sum \text{Нагрузки} \leq \sum E_{СЭС} N_{\text{модуль}} + \sum E_{ВЭС} N_{ВЭС} + \sum E_{ГЭС} N_{ГЭС} + \sum E_{АКБ} N_{АКБ} \quad (2)$$

Максимальная мощность

$$P_{\text{макс}} \leq \sum P_{\text{преобразователя}} N_{\text{преобразователя}} \quad (3)$$

$CЗА_{\text{макс}} \leq CЗА(t) \leq CЗА_{\text{мин}}$

Где  $C_{СЭС}$  - стоимость фотоэлектрического модуля;  $C_{ВЭС}$  - стоимость ветряка;  $C_{ГЭС}$  - стоимость микро-ГЭС;  $C_{АК}$  - стоимость аккумулятора;  $C_{\text{преобразов}}$  - стоимость преобразователя;  $N_{\text{модуль}}$  - количество фотоэлектрических модулей;  $N_{ВЭС}$  - количество ветряных турбин;  $N_{ГЭС}$  - количество микро-ГЭС;  $N_{АК}$  - номер используемой аккумуляторной батареи;  $N_{\text{Преоб}}$  - количество преобразователей;  $P_{\text{преоб}}$  - мощность преобразователя;  $E_{СЭС}$  - электроэнергия, выработанная фотоэлектрическим модулем кВт\*ч;  $E_{ВЭС}$  - электроэнергия, выработанная ветряком кВт\*ч;  $E_{ГЭС}$  - электроэнергия, выработанная микро-ГЭС кВт\*ч; и  $CЗА$  - состояние заряда аккумулятора.

Целью исследования было разработать и смоделировать энергокомплекс для удаленных районов Таджикистана. Исследование было проведено с использованием пакета моделирования и оптимизации для определения оптимального размера каждого источника ВИЭ и стратегии управления. Исходными данными для оптимизации являются: номинальная стоимость компонентов системы и технические параметры. Также включены финансовые параметры стоимости того или иного источника энергии (цена его преобразования). Предлагаемые компоненты системы: PV / WT / HPP/ A / инвертор и регулятор заряда:

$$P = \{P_w \quad P_s \quad P_v\}$$

где  $P$  - входящие мощности ( $w$  - вода,  $s$  - солнце,  $v$  - ветер),

$E$  - вектор выходных мощностей ( $e$  - электричество,  $h$  - тепло,  $a$  - аккумулялирование).

$$E = \{E_e \quad E_h \quad E_a\}$$

$A$  - матрица связей (какая доля входной мощности в какую выходную мощность переводится). Сумма всех элементов строки должна быть равна 1. Каждый элемент от 0 до 1.

$$A = \begin{Bmatrix} A_{ew} & A_{hw} & A_{aw} \\ A_{es} & A_{hs} & A_{as} \\ A_{ev} & A_{hv} & A_{av} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

$$0 \leq A_{ij} \leq 1$$

$$A_{ew} + A_{hw} + A_{aw} = 1$$

$$A_{es} + A_{hs} + A_{as} = 1$$

$$A_{ev} + A_{hv} + A_{av} = 1$$

К – матрица КПД связей (отражает эффективность преобразования входной мощности в выходную, например, 0.92 означает что 92% будет преобразованы в выходную мощность и 8% будут потеряны). Каждый элемент от 0 до 1.

$$K = \begin{Bmatrix} K_{ew} & K_{hw} & K_{aw} \\ K_{es} & K_{hs} & K_{as} \\ K_{ev} & K_{hv} & K_{av} \end{Bmatrix} \quad (5)$$

$$0 \leq K_{ij} \leq 1$$

Уравнение связи входных и выходных мощностей ( $A \cdot K$  – поэлементное умножение матриц):

$$P(A \cdot K) = L$$

Вектор стоимостей 1 мощности:

$$C = \{C_w \ C_s \ C_v\}$$

Таблица 1.

Доля энергии ВИЭ при соотношении цен на электричество.

Выходная энергия		Коэффициент сцепления			Доля энергии ВИЭ			Цена	Входная мощность		
E		K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	K <sub>v</sub>	A <sub>w</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>v</sub>		P <sub>w</sub>	P <sub>s</sub>	P <sub>v</sub>
E <sub>e</sub>	1	0.9	0.2	0.9	0,68	0	0,42	0,02	0.87 8	2.003	1.226
E <sub>h</sub>	1	0.01	0.5	0.01	0	1	0	0,04			
E <sub>a</sub>	0.1	0.1	0.1	0.1	0,32	0	0,58	0,02			

### Выводы

Оптимальный состав гибридного энергокомплекса на основе возобновляемой энергии включает технико-экономическое обоснование, проектирование на основе моделей, моделирование и интеграцию нескольких гибридных возобновляемых источников энергии, гибридной системы накопления энергии и гибридного контроллера для автоматизации для достижения надежности энергоснабжения. Технология гибридной системы возобновляемых источников энергии для надежного электроснабжения имеет

Задача минимизации расходов на входные мощности при условии выполнения всех уравнений системы:

$$PC = P_w C_w + P_s C_s + P_v C_v \rightarrow \min \quad (6)$$

Управляемые переменные: P, A.

Неуправляемые (заданные) переменные: E, K, C.

При принятом коэффициенте преобразования можно выбрать оптимальную долю видов энергии доступного в данном промежутке времени с учётом потребности нагрузки к тому или иному виду энергии [7,8].

Например, если задать соотношения электрической и тепловой энергии один к одному и аккумуляирование энергии 0,1 то, решая систему уравнений при стоимости энергии от ГЭС 2 – цента, солнца 4 – цента и ветра 2 – цента, получим следующие доли этих генерирующих источников, которые сведены в таблицу 1.

проблемы в процессе проектирования. Таким образом, гибридный энергокомплекс включает в себя выбор накопителя энергии и возможности контроллера, выбор и определение размера агрегата, а также конфигурации системы являются необходимыми процедурами, которые необходимо выполнить. Гибридная возобновляемая энергетическая система может предложить социально-экономическую отдачу при наличии достаточного количества энергии в сельских районах и дать возможность использовать эту энергию в производстве различных продуктов.

### Литература:

1. Инояттов М.Б., К вопросу об использовании малой гидроэнергетики применительно к условиям Республики Таджикистан / Инояттов М.Б., Киргизов А.К. // Вестник Таджикского технического университета. 2008. Т. 2. № 2. С. 38-42.
2. Киргизов А.К., Влияние местности на определение потенциала возобновляемых источников энергии / Киргизов А.К., Ганиев З.С., Джалилов Р.А. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 1 (41). С. 34-46.
3. Автономные энергоустановки на возобновляемых установках энергии/ О.С. Попель // Энергосбережение. – 2006. – №3. – С 70-75.
4. Коваленко, Е.В. Гибридные энергетические комплексы с когенерацией в изолированных энергетических системах / Е.В. Коваленко, М.Г. Тягунов // Альтернативная энергетика и экология РИНЦ, – 2015. – № 10. С. 167-177.
5. Васьков, А.Г. "Распределенные системы энергоснабжения на основе гибридных энергокомплексов с установками возобновляемой энергетики" / А.Г. Васьков, М.Г. Тягунов // Новое в российской электроэнергетике. – 2013. – №4. – С. 6-11
6. Manusov, V.Z. Construction and optimization of a power complex with a distributed generation on the basis of renewable and methods of artificial intelligence (on the example of the Republic of Tajikistan) / V.Z. Manusov.,

A.K. Kirgizov., J. Ahyoev. //E3S Web of Conferences. Volume 6 (2016) International Conference on Sustainable Cities (ICSC 2016) Yekaterinburg, Russia, May 19, 2016

7. Киргизов, А.К. Методика оптимизации гибридного энергокомплекса для улучшения режима работы локальных электрических сетей /А.К.Киргизов, Л.С. Касобов., В.З. Манусов // Завалишинские чтения'16: сб. докл. – СПб.: ГУАП, 2016. – 322 с.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Мирзоев Эњсон Раљабович	Мирзоев Эхсон Раджабович	Mirzoev Ehson Rajabovich
Аспирант	Аспирант	Graduate student
Институти физика – техникаи ба номи С.Умаров	Физико-технического института имени С.У. Умарова	Physico-Technical Institute named after S.U. Umarova
<a href="mailto:Ehson---2814-88@mail.ru">Ehson---2814-88@mail.ru</a>		
ORCID Id <b>0000 – 0003 – 4874 – 604X</b>		



## ИССЛЕДОВАНИЯ МУФТЫ СВОБОДНОГО ХОДА ИМПУЛЬСНОГО ВАРИАТОРА

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

**А.Х. Бабаева**

В статье рассматриваются исследования муфты свободного хода импульсного вариатора на составных пружинах. При работе импульсного вариатора происходит износ или поломка пружины. Для увеличения жесткости витых пружин и воспринимаемой нагрузки предложено применение составной пружины. На основании исследований увеличение жесткости витых пружин и способность воспринимать ею больших нагрузок можно достигнуть путем применения составных пружин.

**Ключевые слова:** муфта свободного хода, составная пружина, упорный элемент, износ, поломка, жесткость, импульсный вариатор, крутящий момент, установка.

### ТАДҶИҚОТИ БАСТАКИ ҲАРАКАТИ ОЗОДИ ВАРИАТОРИ ИМПУЛСӢ

**А.Ҳ. Бабаева**

Дар мақола тадқиқоти бастаки ҳаракати озоди вариатори импулсӣ дар пружинаҳои таркибӣ баррасӣ карда мешавад. Ҳангоми кор кардани вариатори импулсӣ пружина фарсуда ё шикаста мешавад. Барои зиёд кардани сахтии пружинаҳои печдор ва бори қабулшуда, истифодаи пружинаи таркибӣ пешниҳод карда мешавад. Дар асоси тадқиқот баланд бардоштани сахтии пружинаҳои печдор ва қобиляти қабул кардани бор, тавассути истифодаи пружинаҳои таркибӣ ба даст овардан мумкин аст.

**Калимаҳои калидӣ:** бастаки ҳаракати озод, пружинаи таркибӣ, қисми таъяқунанда, фарсудашавӣ, шикастан, сахтӣ, вариатори импулсӣ, моменти тобхӯранда, насаб.

### RESEARCH OF FREEWHEEL CLUTCH OF THE PULSE VARIATOR

**A.H. Babaeva**

The article examines the research of freewheel clutch of the pulse variator on composite springs. In operation, the pulse of the variator occurs wear or breakage of the spring.

To increase the stiffness of coil springs and the perceived load, the use of a composite spring has proposed. Based on studies, increasing the stiffness of coil springs and the ability to perceive by it large loads, can be achieved by using compound springs.

**Keywords:** freewheel clutch, compound spring, thrust element, wear, breaking, rigidity, pulse variator, torque, installation

#### Введение

В технике нашли широкое применение изменения кинематических и динамических свойств механизмов передачи путём применения импульсных вариаторов с муфтами свободного хода, которые позволяют бесступенчатое регулирование передаточных отношений в этих механизмах. Поэтому представляет большой интерес изучение различных конструкций импульсных вариаторов с целью поиска оптимальных конструкций, таковых вариаторов.

В данной работе приведены результаты исследования муфты свободного хода импульсного вариатора типа «ИВА» на составных пружинах. В хлопковой промышленности в качестве регулятора питания широко применяют импульсные вариаторы типа «ИВА», от их надёжной и равномерной работы зависит равномерность подачи продукта, производительность машин и качество выпускаемой продукции (хлопка, линта, семян и т.д.).

**Постановка задачи:** Эксплуатационные наблюдения показали, что стабильность передаточного числа вариатора постепенно снижается. До настоящего времени причину остановки вала муфты относили к износу кольца ее внутренней обоймы, пластин коромысел и звездочки, поверхности роликов и эксцентриков практически не изнашиваются. Исследования показали, что основной причиной преждевременного выхода вариатора из строя является потеря жесткости на роликах

пружинами муфты свободного хода, так как степень их сжатия не регулируется, поэтому при поломке в приводе целиком заменяют вариатор, либо муфту свободного хода. В связи с тем, что основной причиной преждевременного выхода вариатора из строя является потеря упругости под роликовыми пружинами муфты, так как степень их сжатия не регулируется, вопрос является актуальным.

**Целью** настоящей статьи является исследование причин характера отказов деталей технологического оборудования хлопка и импульсного вариатора.

**Теоретическая часть:** В технике применение нашли винтовые пружины сжатия и растяжения. Эти пружины не обладают сравнительно большой жесткостью и не могут воспринимать большую нагрузку. Поэтому при работе импульсного вариатора происходит износ или поломка пружины. Для увеличения жесткости винтовых пружин и воспринимаемой нагрузки предложено применение составной пружины. На основании наших исследований увеличение жесткости витых пружин и способность воспринимать ею больших нагрузок можно достигнуть путем наложения пружин друг на друга, называемых составными пружинами (рис. 1).

О применении составных пружин в роликах муфты свободного хода импульсного вариатора на примере в приводах хлопкоочистительных машин почти отсутствуют рекомендации практического значения и соответствующие

теоретические разработки дифференциального и интегрального исчисления.

Эффективность работы импульсного вариатора с применением в муфтах свободного хода с упорным элементом на составных пружинах проверялась на специально разработанном стенде методом осциллографирования и современными способами измерения. Эти исследования имеют большое значение для развития в хлопковой промышленности. Актуальность этих исследований заключается в повышении надежности и долговечности частей импульсного вариатора и производительности технологичности машин.

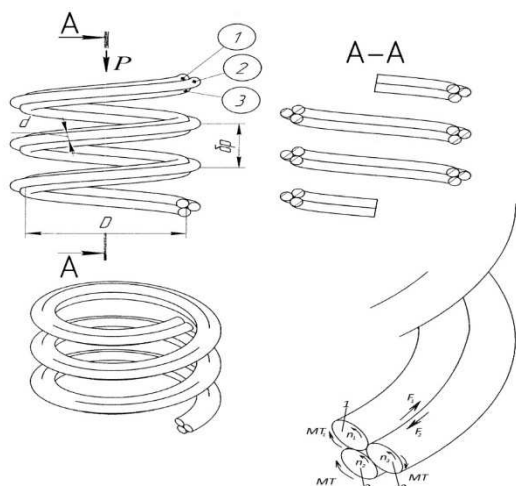


Рис. 1. Составная пружина.

В результате анализа работ [1-3] можно заключить, что эти исследования не рассматривали весь привод вариатора в комплексе с хлопкоочистительной машиной с учетом технологических требований. В работах [4-8] проведены весьма обширные исследования, направленные на усовершенствование импульсных вариаторов. В них исследуются вариаторы типа «ИВА» и предложенные автором конструкции.

В этих исследованиях отмечают недостатки вариатора, одним из которых является износ пружин или поломка в упорных элементах. Поломка пружин происходит вследствие потери жесткости. Нередки случаи поломки пружин вследствие технологического брака (Рис. 2).

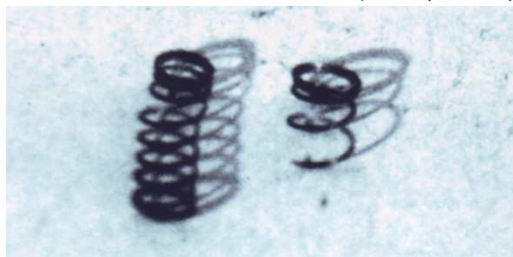


Рис. 2. Поломка пружины.

Однако полностью не выявлены причины износа. Из этого можно заключить, что до сих пор не проводились законченные комплексные

исследования импульсных вариаторов. В результате не определена конструкция импульсного вариатора, отвечающая современным требованиям оптимальной конструкции и равномерного питания в приводе хлопкоочистительных машин. В настоящей работе приведены исследования кинематики и динамики импульсного вариатора типа «ИВА» с тем, чтобы предложить и исследовать работы муфт свободного хода с упорным элементом на составных пружинах в приводах машин.

Величина осевых перемещений пружин определяется известной зависимостью:

$$\lambda = \frac{8P \cdot D^3 \cdot i}{G \cdot d^4}$$

(1)

Отсюда, для пружин с одиночным прутком жесткость определяется по выражению:

$$G = \frac{8P \cdot D^3 \cdot i}{\lambda \cdot d^4} \quad (2)$$

где,  $P$  – осевая упругая сила.

Зазор между витками пружин  $\delta_p$  при максимальной рабочей нагрузке  $P_{\text{нон}}$  выбирается по известной формуле, но не должен быть меньше  $0,1 \cdot d$ :

$$\delta_p = (0,1 \div 0,2) \frac{\lambda}{i} \quad (3)$$

Изложенное выше приемлемо для пружин с одним прутком-слоями. Для пружин со многими слоями - прутками, составными пружинами, то есть для нашего предлагаемого случая выражение 2 должно иметь возможность учета количества слоев составных пружин и поправочного коэффициента  $K$ , который учитывает явление трения между прутками составных пружин и определяется экспериментально. Причем коэффициент  $K$  зависит главным образом от количества прутков и их контактных линий, и характера и материала. С учетом сказанного для составных витых пружин жесткость определяется по новым выражениям следующим образом:

$$G_c = n_c \cdot G + n_c \cdot G \cdot K = n_c G(1 + K) \quad (4)$$

где:  $G_c$  – жесткость составных пружин;  $n_c$  – число прутков составной пружины;  $G$  – жесткость одного прутка пружины;  $K$  – коэффициент, учитывающий жесткость составных пружин за счет явления трения между прутком.

С учетом выражения (2) выражение (4) примет вид:

$$G_c = \frac{8P \cdot D^3 \cdot i \cdot n_c (1 + K)}{\lambda \cdot d^4} \quad (5)$$

где:  $G_c$  – модуль упругости (жесткость) составных пружин;  $P$  – осевая сила;

– осевое перемещение пружин под действием осевой силы;  $D$  – диаметр составных пружин;  $i$  – число рабочих витков пружин;  $n_c$  – число прутков составных пружин;  $K$  – коэффициент жесткости составных пружин за счет явления трения между прутками пружин;  $d$  – диаметр проволоки (прутка) пружины;

Анализ зависимости (5) позволяет сделать вывод о целесообразности применения составных подроликовых пружин. Из формулы (5) видно, что жесткость составных пружин прямо пропорциональна также и к числу прутков и коэффициенту  $K$ , учитывающее явление трения между прутками.

**Экспериментальная часть:** Опыты подтвердили правильность теоретических предложений. Повышение упругости в пружине увеличивает контактные усилия роликов с внутренней обоймой коромысел и приводит к резкому возрастанию частоты вращения вала муфты при одинаковых тормозных моментах. Причиной отказа работы импульсного вариатора типа «ИВА» является износ узлов и деталей. Поэтому главное внимание при их эксплуатации следует обратить на смазку трущихся деталей, их регулировку и соединение разъемных частей.

Опыты проводились на специальной лабораторной установке, где был определен оптимальный вариант работы муфты свободного хода на составных пружинах. Полученными после экспериментального исследования данными построили диаграмму зависимости крутящего момента от числа оборотов. На рисунке 3 показано изменение крутящего момента в зависимости от числа оборотов в трех вариантах, т.е. в зависимости от количества пружин у упорного элемента муфты свободного хода импульсного вариатора. В данном случае с

уменьшением числа оборота величина крутящего момента увеличивается.

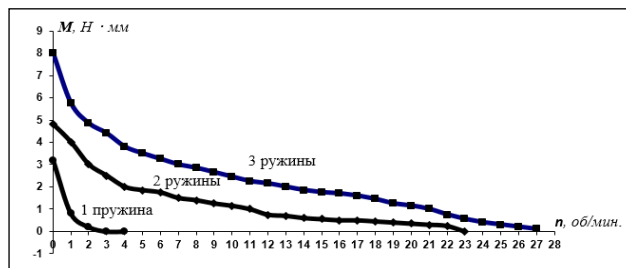


Рис.3. Зависимость крутящего момента муфты свободного хода от числа оборотов при количестве пружин у упорного элемента.

### Выводы

Таким образом, по трём вариантам испытания приходим к заключению, что рационально использовать составную пружину у упорного элемента муфты свободного хода импульсного вариатора, т.е. с увеличением пружин увеличивается крутящий момент, что способствует улучшению качества работы вариатора. На протяжении эксперимента удалось установить несколько закономерностей, а также заменить ослабевшую пружину составной пружиной, дающую экономическую выгоду для промышленности. Результаты испытаний позволяют сделать выводы, что самым рациональным вариантом оказалось, если иметь составную пружину в количестве трех пружин в упорном элементе муфты свободного хода, увеличение момента на ведомом валу вариатора. Таким образом, применение составных пружин в муфтах свободного хода улучшают кинематические и динамические свойства импульсных вариаторов, и, как следствие, эти механизмы становятся экономически выгодными.

### Литература:

1. Андреев Г. И. Исследование и разработка новых механизмов и машин для хлопковой промышленности. Дисс. на соискание ученой степени канд.техн.наук.ТГИ, 1964
2. Мальцев Б.Ф.Механические импульсные вариаторы. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М., Машиностроение, 1978
3. Looman J. Schaltwerkgetriebe Konstruktion, 1974, 26, N 11, p.430-436
4. Бабаева А.Х. Исследование импульсного вариатора с учетом характеристики составных пружин. Доклады Академии наук Республики Таджикистан, том XLVIII, №9-10, Душанбе, 2005.- с.105-109
5. Бабаева А.Х. Исследование отказов узлов и деталей ИВА в сопоставлении основного технологического оборудования. Журнал «Естественные и технические науки» ISSN1684-2625. Издательство «Компания Спутник+».- Москва, 2007.- с.271-272
6. Бабаева А.Х., Джуматаев М.С. К определению усилий в муфте свободного хода. Журнал «Известия» КГТУ им. И.Раззакова, 26/2012, г.Бишкек, с.104-106
7. Бабаева А.Х., Джуматаев М.С. Экспериментальные исследования импульсного вариатора на составных пружинах. Журнал «Машиноведение». Сборник научных трудов, выпуск 8, - Бишкек, 2012. – с.139 – 143

8. Бабаева А.Х. Кинематические и динамические свойства импульсных вариаторов типа «ИВА». Научные труды Инженерной академии Республики Таджикистан, 2019

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Бабаева Адлия Халимджоновна	Бабаева Адлия Халимджоновна	Babaeva Adliya Halimdzhonovna
н.и.т., дотсенти кафедри «ЧМ ва МСР»	К.т.н., доцент кафедри «ДМ и СДМ»	candidate of technical sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осим	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
adliya69@mail.ru		

## МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСӢ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

### ВЛИЯНИЕ СКАНДИЯ, ИТТРИЯ И ЦЕРИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВОГО СПЛАВА АМg6

Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими

**Н.Ф. Иброхимов**

В работе изучено влияние скандия, иттрия и церия на микроструктуру и механические свойства алюминиево-магниевого сплава АМg6. Показано, что добавки легирующего компонента изменяют микроструктуру, твердость и прочность алюминиево-магниевого сплава АМg6.

**Ключевые слова:** сплав АМg6, скандий, иттрий, церий, прочность, твердость, микроструктура.

### ТАЪСИРИ СКАНДИЙ, ИТТРИЙ ВА ЦЕРИЙ БА МИКРОСОХТИ ДОХИЛӢ ВА ХОСИЯТҲОИ МЕХАНИКИИ ХӮЛАИ АЛЮМИНИЙ-МАГНИЙ АМg6

**Н.Ф. Иброхимов**

Дар мақола таъсири скандий, иттрий ва серий ба микросохт ва хосиятҳои механикии хӯлаи алюминии тамғаи АМg6 омӯхта шудааст. Муайян шудааст, ки микдори элементҳои илова шуда ба микроструктура ва хосиятҳои механикии хӯлаи алюминии АМg6, таъсир намуда хосиятҳои онро таъғир медиҳад.

**Калимаҳои калидӣ:** хӯлаи АМg6, скандий, иттрий, серий, устуворӣ, сахтӣ, микроструктура.

### INFLUENCE OF SCANDIUM, YTTRIUM AND CERIUM ON MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINUM-MAGNESIUM ALLOY АМg6

**N.F. Ibrokhimov**

The paper studies the effect of scandium, yttrium and cerium on the microstructure and mechanical properties of the aluminum-magnesium alloy АМg6. It is shown that the additions of the alloying component change the microstructure, hardness and strength of the aluminum magnesium alloy АМg6.

**Key words:** АМg6 alloy, scandium, yttrium, cerium, strength, hardness, microstructure.

#### Введение

Магний из немногих элементов является понижающим модулем упругости алюминия. Наиболее широкое распространение в промышленности получили сплавы с содержанием магния от 1 до 5 масс.%. Сплавы с содержанием магния до 3 масс. % структурно стабильны при комнатной и повышенной температуре. Увеличение содержания магния свыше 6% приводит к ухудшению коррозионной стойкости сплавов.

Сплавы системы Al-Mg характеризуются сочетанием хорошей пластичности, удовлетворительной прочности, свариваемости и коррозионной стойкости. В сплавах этой системы, содержащих до 6 масс. % Mg, образуется эвтектика соединения  $Al_3Mg_2$  с твердым раствором на основе алюминия. При температуре эвтектики ( $450^{\circ}C$ ) в алюминии растворяется 17.4 масс. % Mg, а с понижением температуры растворимость уменьшается [1-5].

Механические свойств материалов характеризуют их способность сопротивляться деформированию и разрушению под действием различного рода нагрузок. Механические нагрузки могут быть статическими,

динамическими и циклическими. Кроме того, материалы могут подвергаться деформации и разрушению как при разных температурных условиях, так и в различных, в том числе агрессивных средах. Для того, чтобы обеспечить надежную работу конкретных машин и приборов, необходимо учитывать условия эксплуатации, т.е. к материалу предъявляются требования по рабочим характеристикам, что тесно связано с механическими свойствами используемых материалов. К основным механическим свойствам относят прочность, твердость, упругость, ударную вязкость, пластичность.

В общедоступной научной литературе имеются немногочисленные сведения о микроструктуре и механических свойствах сплава АМg6, легированного скандием, иттрием и церием. С другой стороны, имеющиеся сведения по свойствам материалов относятся к чистым металлам и двойным сплавам.

В связи с этим изучение влияния скандия, иттрия и церия на микроструктуру и механические свойства сплава АМg6 в настоящее время является актуальной задачей.

Методика и обработка результатов

Металлографические исследования позволяют наблюдать изменения микроструктуры в зависимости от состава и температуры. Удаётся точно определить протяженность границы гомогенных и гетерогенных областей, а также наличие интерметаллидных фаз в системе. Микроструктуру сплава АМг6 со скандием, иттрием и церием исследовали на световом микроскопе марки БИОМЕД-1 (Украина).

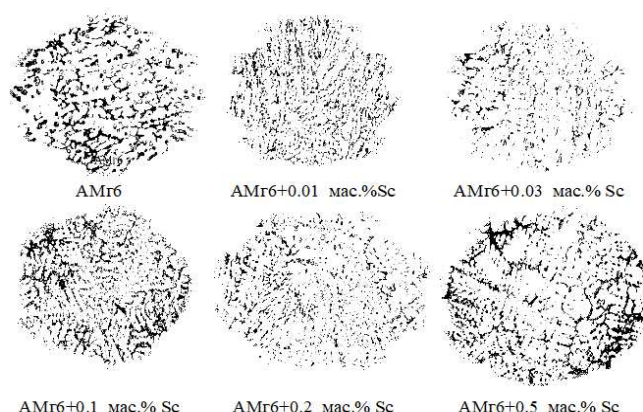


Рис.1. Микроструктура сплава АМг6, легированного скандием.

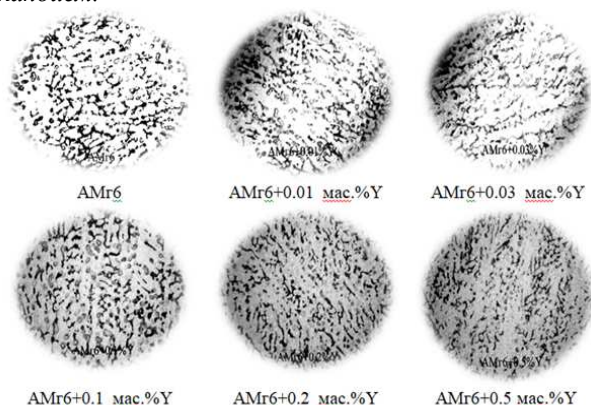


Рис. 2. Микроструктура сплава АМг6, легированного иттрием.

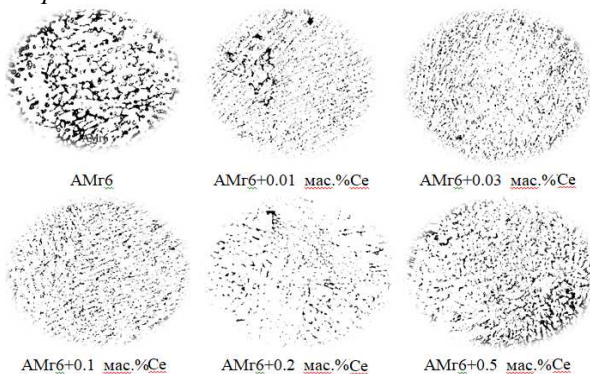


Рис.3. Микроструктура сплава АМг6, легированного церием.

Микроструктура сплава АМг6, легированного скандием, иттрием и церием, представляет собой твердый раствор с включением эвтектики

( $\alpha$ +Al+Mg<sub>5</sub>Al<sub>8</sub>), количество и размер которой зависит от содержания легирующих компонентов в сплаве. Сплавы с относительно малыми добавками скандия, иттрия и церия характеризуются довольно крупнозернистой структурой. Дальнейшее повышение содержания элементов измельчает микроструктуру, она становится однородной и мелкозернистой (рисунок 1-3).

Твердость сплавов измеряли согласно методу Бринелля в соответствии с обычной методикой на твердомере ТШ-2. Проверке подверглись образцы таблетки толщиной 10мм и диаметром 16мм.

Между твердостью по Бринеллю и пределом прочности металла или сплавов существует приближенная эмпирическая зависимость:

$$\sigma_B = K \cdot HB, \quad \frac{кг}{мм^2}$$

где значение коэффициента **К** для алюминиевых и цветных сплавов равен 0,25. В зависимости от этого подсчитаны значения  $\sigma_B$  для исследуемых сплавов.

Результаты расчетов по прочности и твердости представлены в таблице.

Таблица 1.

Твёрдость и прочность сплава АМг6, легированного скандием, иттрием и церием [5].

№	Содержание легирующего элемента в сплаве, мас. %	Твёрдость НВ кг/мм <sup>2</sup>	Расчетная прочность $\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup>
1	Al+Mg6%	64,81	16,20
2	Al+Mg6% + Sc 0.01%	65,32	16,33
3	Al+Mg6% + Sc 0.03%	63,32	15,83
4	Al+Mg6% + Sc 0.1%	53,80	13,45
5	Al+Mg6% + Sc 0.2%	66,35	16,58
6	Al+Mg6% + Sc 0.5%	69,04	17,26
7	Al+Mg6%	64,81	16,20
8	Al+Mg6% + Y 0.01%	43,33	10,83
9	Al+Mg6% + Y 0.03%	51,21	12,80
10	Al+Mg6% + Y 0.1%	53,04	13,26
11	Al+Mg6% + Y 0.2%	53,80	13,45
12	Al+Mg6% + Y 0.5%	61,17	15,29
13	Al+Mg6%	64,84	16,21
14	Al+Mg6%+Ce 0,01%	59,74	14,93
15	Al+Mg6%+Ce 0,03	59,40	14,85
16	Al+Mg6%+Ce 0,1	54,99	13,74
17	Al+Mg6%+Ce 0,2	53,80	13,45
18	Al+Mg6%+Ce 0,5	51,50	12,87

### Выводы

В результате проведенных исследований определено, что состав алюминиево-магниевого сплава АМг6 является монотипным и включает в себя твердый раствор алюминия. Кроме того, прослеживаются частички интерметаллических фаз в легирующих сплавах (Mg<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>), возникших в

ходе кристаллизации сплава (изображение 1-3). Число, а также объем элементов 2-ой фазы оказывают большое влияние на механические свойства сплава АМг6. Последующее увеличение легирующего элемента измельчает структуру и имеет гомогенно мелкозернистое строение.

Значения прочности, а также твердости алюминий-магниевого сплава АМг6 с увеличением легирующего элемента уменьшаются.

#### Литература:

1. Мальцев М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. (2-е изд.).-Москва Металлургия 1970,240 с.
2. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Ф. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ в двух книгах. Пер. с англ.- М.: Мир, 1984.- 303 с.
3. Механические свойства металлов и сплавов и методы их определения: методические указания. / Сост. Т.Ю. Малеткина. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2015. – 27 с
4. Влияние титана, ванадия и необия на микроструктуру и механические свойства алюминиевого сплава АМг2 Давлатзода Ф.С., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф., Раджабаев С.С., Караев П.Н. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования, ТТУ №2 (46). Душанбе: ТТУ, 2019.- С. 67-71.
5. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б. Твердость сплава АМг6, легированного редкоземельными металлами //Материалы республиканской научной конференции «Проблемы современной координационной химии», посвящённой 60-летию чл.-корр. АН РТ, д.х.н., проф. Аминджанова А.А. – Душанбе, ТНУ, 2011. -С. 202-203.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Иброхимов Насимҷон Файзуллоевич	Иброхимов Насимжон Файзуллоевич	Ibrohimov Nasimjon Faizulloevich
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцент	Ph.D., acting assistant professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осим	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
ibrohimovnasim3@gmail.com		
ORCID Id 0000-0002-1624-7521		

## ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СПЛАВА АБ1 (Al+1%Be), МОДИФИЦИРОВАННОГО ГАЛЛИЕМ

Р.Д. Исмонов

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В режиме «охлаждения» по известной теплоёмкости эталонного образца из меди марки М00 установлена теплоёмкость сплава АБ1 с галлием. Показано, что с ростом температуры теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Показано увеличение теплоёмкости, энтальпии и энтропии сплава АБ1 при модифицировании его небольшим количеством галлия. При этом величина энергии Гиббса уменьшается.

**Ключевые слова:** удельная теплоемкость, сплав АБ1, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, эталон (Cu марки М00).

## ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ ГАРМИҶУНҶОИШИ ХОС ВА ТАҒИРӢБИИ ФУНКСИЯҶОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӮЛАИ АБ1 (Al+1%Be) БО МИҚДОРИ КАМИ ГАЛЛИЙ

Р.Д. Исмонов

Дар ҳолати «хунуккунӣ» бо гармиғунҷоиши хоси муайяни намунаи эталони аз миси тамғаи М00 гармиғунҷоиши хоси хӯлаи АБ1 бо галлий муқаррар карда шуд. Нишон дода шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат гармиғунҷоиши хос, энталпия ва энтропияи хӯлаҳо меафзояд, қимати энергияи Гиббс бошад, кам мешавад. Гармиғунҷоиши хос, энталпия ва энтропияи хӯлаи АБ1 ҳангоми тағйир додани он бо миқдори ками галлий нишон дода шудааст, ки ин ҳолат бузургии энергияи Гиббс кам мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** гармиғунҷоиши хос, хӯлаи АБ1, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс, эталон (Cu тамғаи М00).

## TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE HEAT CAPACITY AND CHANGE IN THE THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF THE AB1 (Al+1% Be) ALLOY MODIFIED WITH GALLIUM

R.D. Ismonov

In the «cooling» mode, according to heat capacity of the AB1 alloy with gallium is determined by the known heat capacity of the reference sample made of M00 grade copper. It was shown that with the increasing of temperature, the heat capacity, enthalpy and entropy of alloys increase, and the Gibbs energy values decrease. It is shown the increasing in the heat capacity, enthalpy and entropy of the AB1 alloy when it is modified with a small amount of gallium. In this case, the value of the Gibbs energy will decrease.

**Key words:** specific heat, alloy AB1, enthalpy, entropy, Gibbs energy, standard (Cu of mark M00).

В настоящее время к алюминиевым сплавам возрос интерес исследователей в связи с их широким использованием в различных областях промышленности. Однако в общедоступной научной литературе и в сети интернета отсутствуют данные о температурной зависимости теплоёмкости сплавов алюминия с элементами подгруппы галлия. С другой стороны, имеется мало работ по исследованию чистых металлов, полученных в режиме «нагрева». Монотонное изменение в режиме «нагрева» температуры объекта затруднено из-за существования ряда внешних факторов (теплопроводность окружающей среды, напряжение в сети питания печи и пр.), так как данные эксперименты являются многофакторными. Более простым и приемлемым с этой точки зрения считается исследование образцов в режиме «охлаждения» [1].

Целью данной работы является экспериментальное исследование температурной зависимости удельной теплоёмкости сплава АБ1 на основе особо чистого алюминия марки А5N с содержанием галлия 0.05-0.5 мас.% и изменение температурных зависимостей термодинамических функций.

Определение удельной теплоемкости и его температурная зависимость играет большую роль в исследованиях твердых тел. В литературе имеются сведения о теплоемкости сплавов

особо чистого алюминия с элементами подгруппы галлия [2].

Для измерения удельной теплоёмкости сплавов в широкой области температур использовался закон охлаждения Ньютона – Рихмана. Согласно которому всякое тело, имеющее температуру выше окружающей среды, будет охлаждаться, причем скорость охлаждения зависит от величины теплоёмкости тела.

Если взять две одинаковые формы металлического образца и охлаждать их от одной температуры, то по зависимости температуры образцов от времени (кривым охлаждения) можно найти теплоёмкость одного образца, зная теплоёмкость другого (эталона).

Количество тепла металла, теряемого объёмом  $dV$  за время  $d\tau$ , равно

$$\delta Q = C_p^0 \cdot \rho \frac{dT}{d\tau} \cdot dV \cdot d\tau, \quad (1)$$

где  $C_p^0$  - удельная теплоёмкость металла,

$\rho$  - плотность металла,

$T$  – температура образца (принимается одинаковой во всех точках образца, так как линейные размеры тела малы, а теплопроводность металла велика).

Величину  $\delta Q$  можно подсчитать, кроме того, по закону:



$$\delta Q = \alpha(T - T_0) \cdot dS \cdot d\tau, \quad (2)$$

где  $dS$  – элемент поверхности,  
 $T_0$  – температура окружающей среды,  
 $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи.

Приравнивая выражения (1) и (2), получим

$$C_p^0 \cdot \rho \frac{dT}{d\tau} \cdot dV = \alpha(T - T_0)dS. \quad (3)$$

Количество тепла, которое теряет весь объём образца

$$Q = \int_V C_p^0 \cdot \rho \frac{dT}{d\tau} \cdot dV = \int_S \alpha(T - T_0)dS. \quad (4)$$

Полагая, что  $C_p^0$ ,  $\rho$  и  $\frac{dT}{d\tau}$  не зависят от координат точек объёма, а  $\alpha$ ,  $T$  и  $T_0$  не зависят от координат точек поверхности образца, можно написать:

$$C_p^0 \cdot \rho \cdot V \frac{dT}{d\tau} = \alpha(T - T_0)S, \quad (5)$$

или

$$C_p^0 \cdot m \frac{dT}{d\tau} = \alpha(T - T_0)S, \quad (6)$$

где  $V$  – объём всего образца, а  $\rho \cdot V = m$  – масса,

$S$  – площадь поверхности всего образца.

Соотношение (6) для двух образцов одинакового размера при допущении, что  $S_1 = S_2$ ,  $T_1 = T_2$ ,  $\alpha_1 = \alpha_2$  пишется так:

$$C_{p_1}^0 = C_{p_2}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1} = C_{p_2}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_2}{\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_1}, \quad (7)$$

Следовательно, зная массы образцов  $m_1$  и  $m_2$ , скорости охлаждения образцов и удельную теплоемкость  $C_{p_1}$ , можно вычислить скорости охлаждения и удельную теплоемкость  $C_{p_2}$  из уравнения:

$$C_{p_2}^0 = C_{p_1}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (8)$$

где  $m_1 = \rho_1 V_1$  – масса первого образца,

$m_2 = \rho_2 V_2$  – масса второго образца,

$\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1, \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2$  - скорости охлаждения

образцов при данной температуре.

На практике находят среднюю скорость охлаждения  $\frac{\Delta T}{\Delta \tau}$ , где  $\Delta T \approx 20\text{K}$ ,  $\Delta \tau$  – промежуток времени, соответствующий  $\Delta T$  [3-5]. Подробная методика исследования теплоемкости сплавов описана в работах [6-10].

Для определения скорости охлаждения строят кривые охлаждения образцов. Кривая охлаждения представляет собой зависимость температуры образца от времени при охлаждении его в неподвижном воздухе.

**Результаты и их обсуждение:** Полученные в ходе эксперимента кривые зависимости температуры от времени охлаждения эталонного образца и образцов из сплава АБ1, модифицированного галлием, представлены на рисунке 1 и описываются уравнением вида:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \left[ (T_1 - T_0)e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0)e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (9)$$

Дифференцируя уравнения (9) по  $\tau$ , получаем уравнение для определения скорости охлаждения сплавов:

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{2} \left[ -\frac{(T_1 - T_0)}{\tau_1} e^{-\tau/\tau_1} - \frac{(T_2 - T_0)}{\tau_2} e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (10)$$

По уравнению (10) нами рассчитана скорость охлаждения образцов из сплава АБ1, модифицированного галлием, которые графически представлены на рисунке 2.

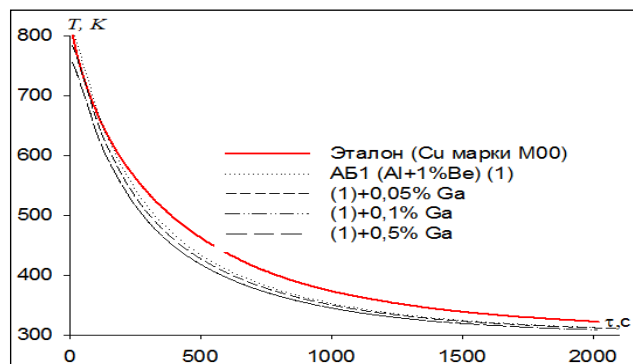


Рис.1. График зависимости температуры образца от времени охлаждения для образцов из сплава АБ1 с галлием.

Далее по рассчитанным значениям величин скорости охлаждения эталона (Cu марки М00) и сплавов по уравнению (8) была вычислена их удельная теплоёмкость. При этом использовалась программа Sigma Plot.

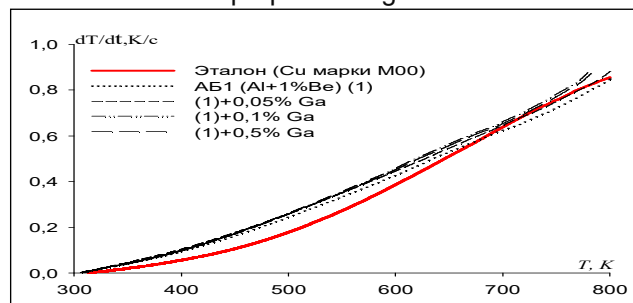


Рис. 2. Температурная зависимость скорости охлаждения образцов из сплава АБ1 с галлием.

Результаты расчёта через 100 К представлены в таблице 1. Как видно с ростом температуры и содержания галлия теплоемкость сплавов увеличивается.

$$C^0_P = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad (11)$$

Для расчета температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии

Гиббса были использованы интегралы от удельной теплоемкости уравнения (11). Коэффициенты уравнения представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Температурная зависимость удельной теплоёмкости (кДж/кг·К) легированного галлием сплава АБ1.

Содержание галлия в сплаве АБ1, мас. %	T, K					
	300	400	500	600	700	800
Сплав АБ1 (1)	0,8542	0,9595	1,0408	1,1016	1,1457	1,1766
(1)+0.05%Ga	0,9083	0,9807	1,0544	1,1165	1,1544	1,1768
(1)+0.1%Ga	0,9095	0,9850	1,0617	1,1266	1,1667	1,1787
(1)+0.5%Ga	0,9260	1,0032	1,0815	1,1474	1,1874	1,1879
Эталон (Си марки М00)	0.3850	0.3977	0.4080	0.4169	0.4251	0.4336

Таблица 2.

Значения коэффициентов a, b, c, d в уравнении (11) для эталона и сплава АБ1 с галлием.

Содержание галлия в сплаве АБ1, мас. %	a	b	c·10 <sup>-6</sup>	d	Коэффициент корреляции R <sup>2</sup> =%
Сплав АБ1 (1)	0,3575	2.17·10 <sup>-3</sup>	-1.92	-6.06·10 <sup>-10</sup>	1.00
(1)+0.05%Ga	0.8266	-3.22·10 <sup>-4</sup>	2.62	-2.1310 <sup>-9</sup>	0.9968
(1)+0.1%Ga	0.8217	-3.15·10 <sup>-4</sup>	2.68	-2.1810 <sup>-9</sup>	0.9968
(1)+0.5%Ga	0.837	-3.31·10 <sup>-4</sup>	2.77	-2.2610 <sup>-9</sup>	0.9969
Эталон (Си марки М00)	0.3245	2.75·10 <sup>-4</sup>	-2.87·10 <sup>-7</sup>	1.42·10 <sup>-10</sup>	1.00

$$H^0(T) - H^0(T_0) = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4) \quad (12)$$

$$S^0(T) - S^0(T_0) = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3) \quad (13)$$

$$[G^0(T) - G^0(298.15)] = [H^0(T) - H^0(298.15)] - T[S^0(T) - S^0(298.15)] \quad (14)$$

Результаты расчета изменения температурных зависимостей энтальпии, энтропии (кДж/кг) и энергии Гиббса, представленных на рисунке 3.

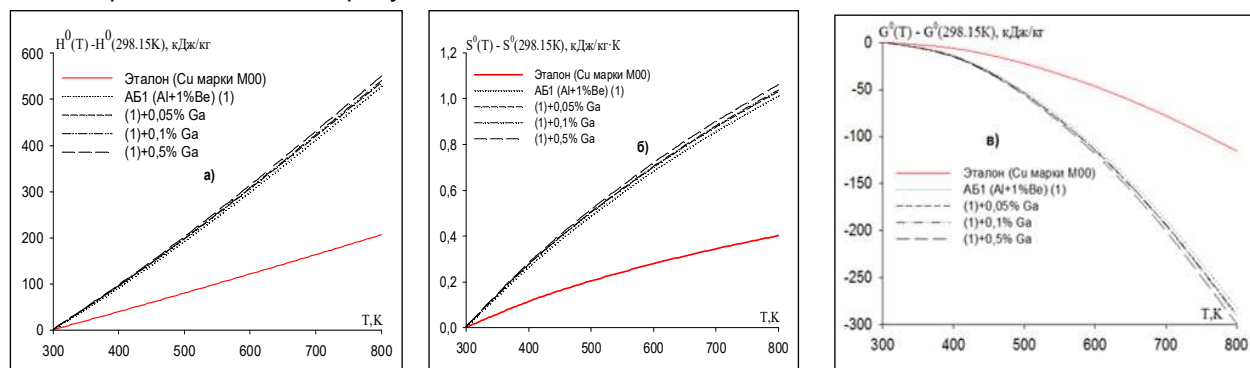


Рис. 3. Температурная зависимость изменений энтальпии (а), энтропии (б) и энергии Гиббса (в) сплава АБ1 с галлием и эталона (Си марки М00).

### Литература:

1. Иброхимов, Н.Ф. Физикохимия сплава АБ1 (АБ1) с редкоземельными металлами [Текст] / Н.Ф. Иброхимов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одинаев. - Душанбе, Таджикский технический университет им. М.С. Осими, 2016. -153 с.
2. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общей редакцией И.Н. Фридияндера. Киев: Коминтех. 2005. 365с.
3. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376. с.
4. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. М.: Металлургия, 1989. 384 с.

5. Р.Д. Исмонов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, А.М. Сафаров, Н.Ф. Иброхимов. Удельная теплоемкость и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АБ1 (Al+1%Be) // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования, ТТУ №1 (45). Душанбе: ТТУ, 2019.- С. 90-96.
6. Ganiev, I.N. N.M. Mulloeva, Z. Nizomov, F.U. Obidov, N. F. Ibragimov Temperature dependence of the specific heat and thermodynamic functions of alloys of the Pb-Ca system // [High Temperature](#), 2014, vol.52, iss. 1, p.138-140.
7. Сафаров А.М., Самиев К.А. Тепловые и теплофизические свойства алюминиево-бериллиевых сплавов с редкоземельными металлами. (статья) // «Известия» Академии наук Республики Таджикистан. №1; - Душанбе. Дониш. 2007г. С. 27-35
8. Низомов З., Гулов Б.Н., Ганиев И.Н., Саидов Р.Х., Обидов Ф.У., Эшов Б.Б. Исследование температурной зависимости удельной теплоемкости алюминия марок ОСЧ и А7 // Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, Т.54. №1. С.53-59.
9. Р.Д. Исмонов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, А.М. Сафаров, М.З. Курбонова. Влияние содержания галлия, индия и таллия на анодное поведение алюминиевого сплава АБ1 (Al+1%Be), в нейтральной среде // Вестник Сиб. гос. инд. университет №2 (24), 2018. -С. 22-26.
10. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И. Н., Ганиева Н.И. Влияние иттрия на теплофизические свойства сплава АМг2 // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. №2(67). 2017. С. 177-187.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Исмонов Рустам Довудович	Исмонов Рустам Довудович	Ismonov Rustam Dovudovich
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	Ph.D., acting assistant professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осим	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:ird-78@mail.ru">ird-78@mail.ru</a> , <a href="mailto:rustam@ttu.tj">rustam@ttu.tj</a>		
ORCID Id <b>0000-0002-4990-3687</b>		

## ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY

### ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЧАСТОТНО-МОДУЛИРУЕМОГО СИГНАЛА НА pH И ИСПАРЕНИЕ ВЛАГИ ИЗ ГИДРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОГО ПОЛИМЕРА

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

**Д.С. Азимов**

В статье представлены результаты исследования влияния переменного частотно-модулируемого сигнала, который ускоряет испарение влаги и незначительно снижает кислотность гидрогеля на основе акрилового полимера и моделированной воды. В результате воздействия электрического сигнала увеличивается испарение влаги до 34% и кислотность до 6,5% уменьшается. Время сохранности модифицированного гидрогеля составляет от 13 до 20 дней в зависимости от длительности обработки.

**Ключевые слова:** гидрогель, переменный частотно-модулируемый электрический сигнал, испарение, кислотность.

### ТАЪСИРИ МАВҶҶОИ ЭЛЕКТРИКӢ БА pH ВА БУХОРШАВИИ НАМӢ АЗ ГИДРОГЕЛИИ ДАР АСОСИ ПОЛИМЕРИ АКРИЛӢ

**Д.С. Азимов**

Дар мақола оварда шудааст натиҷаҳои омӯзиши таъсири мавҷҳои моделиронидашудаи басомадашон тағйирёбанда ба зиёд шудани бухоршавии ва тағйирёбии туршии гидрегели дар асоси полимери акрилӣ ва оби моделиронидашуда, ки дар натиҷаи таъсири ҷараён электрики бухоршавии намии гидрегели то ба 34% афзуда камшавии туршии башад то ба 6,5% кам мегардад. Мулти нигоҳ гидрегели тағйирёфта бошад аз 13 то 20 шабонарузро вобаста аз муҳлати коркард ташкил медиҳад.

**Калимаҳои калидӣ:** Гидрогел, мавҷҳои моделиронидашудаи басомадашон тағйирёбанда, бухоршавӣ, кислота.

### EFFECT OF ELECTRIC SIGNAL ON pH AND EVAPORATION OF MOISTURE FROM HYDROGEL BASED ON ACRYLIC POLYMER

**D.S. Azimov**

The article presents the results of a study of the effect of a variable frequency-modulated signal, which accelerates moisture evaporation and slightly reduces the acidity of a hydrogel based on acrylic polymer and simulated water. Because of exposure to an electrical signal, the evaporation of moisture up to 34% and acidity up to 6.5%. Decreases. The shelf life of the modified hydrogel is 13 to 20 days, depending on the duration of treatment.

**Key words:** Hydrogel, variable frequency modulated electrical signal, evaporation, and acidity.

#### Введение

Несмотря на многовековой интерес к свойствам воды, вопросы изменения ее характеристик и внутреннего состояния под влиянием внешних факторов остаются предметом многих теоретических и экспериментальных исследований.

В настоящее время увеличиваются области использования воды, предварительно обработанной электрическим полем, поэтому содержание данной статьи имеет актуальное значение.

Проводимые исследования в медицине свидетельствуют, что воздействие электрических и магнитных полей на воду приводит к увеличению ее фармакологических параметров. Но пока еще в полной мере не изучены способы влияния переменного-частотно модулированного сигнала на воду, что привлекает интерес исследователей к этой проблеме [1].

У воды ее уникальность в том, что она изменяет свои физико-химические свойства под любыми физическими действиями.

Последние десятилетия в научных кругах часто обрабатывает воду с различными целями [2 и 3]. С целью изучения действия переменного-частотно-модулируемого сигнала ранее было изучено и выяснено действие переменного

частотного модулированного сигнала на физико-химические свойства и надмолекулярную структуру дистиллированной воды. Вода под действием переменного частотного модулированного сигнала изменял ряд своих физико-химических свойств[4]. Под действием электрического сигнала наблюдалось уменьшение плотности на 2,0%, поверхностного натяжения на 20%, увеличение доли испарившейся жидкости за 60 минут на 1,57%, снижение вязкости на 2,9% [5]. С целью выяснения изменения физико-химического свойства воды под действием переменного-частотно-модулируемого сигнала было изучено и утверждено, что при воздействии на воду электрического сигнала изменяется ее надмолекулярная структура [6 и 7].

С целью выяснения влияния электрофизической обработанной воды в системе гелеобразования в настоящей работе изучали свойства акрилового гидрогеля на основе электрофизической обработанной воды.

В настоящее время в дерматологии актуализируются исследования («high-technology») гидрогелей для ряда различных применений и, в особенности, для трансдермального введения лекарств [8] при лечении ран [9], а также при лечении ожоговых ран в комбустиологии[10].

Гидрогель на основе акрилового полимера, как мы считаем, является одним из чувствительных носителей к электрофизической стимуляции активности лечебных свойств. Исследованный гель сохраняет эффект от внешнего воздействия, изменяющего его физико-химические свойства. В качестве стимулирующих факторов можно использовать температуру, pH, концентрацию абсорбированных гелем ионов, электромагнитное поле [11], состав растворителя. Нами было ранее изучено влияние переменного-частотно- моделируемого сигнала на степень набухания и длительное гелеобразование редкосшитого акрилового гидрогеля. Было выяснено, что переменный частотно-моделируемый сигнал влияет и на 20% сокращает длительность набухания акрилового полимера в зависимости от сценария обработки [12].

**Объект исследования:** гидрогель на основе электрического модифицированного гидрогеля, получаемого по специальной методике, на основе акрилового полимера марки карбапол ETD-2020.

В качестве источника электрофизического сигнала использовался прибор «МАГ-24» (см.схему на рис.1), электрический сигнал которого позволяет управлять структурой поверхности вещества на границе раздела фаз.

Использованный нами способ заключается в воздействии ПЧМС, характеризующегося рабочей частотой 50 Гц, нелинейным искаженным потенциалом (до 12 В), с генерируемыми интервалами его неоднородности.

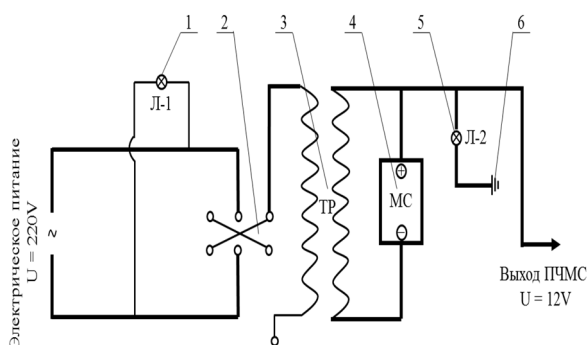


Рис. 1. Схема прибора «МАГ-24» для электрофизической обработки объектов 1 – лампа; 2 – переход; 3 – трансформатор ОСМ-1;

4 – микросхема; 5 – лампа 2; 6 – клемма заземления.

Ранее было установлено [9], что частотно-моделируемый электрический сигнал влияет на физико-химические свойства воды, как на поверхностное натяжение, плотность и испаряемость. Исходя из результатов влияния ПЧМС на физико-химические свойства воды,

проводили исследования влияния электрофизически обработанной воды на водородный показатель (pH), испарения влаги из акрилового гидрогеля.

Влияние электрофизически обработанной воды на коллоидно-химические свойства акрилового гидрогеля при его синтезе показало, что электрический сигнал не только влияет на физико-химические свойства воды, но и изменение показателей сохраняется в виде гидрогеля. Экспериментально установлено, что приготовленный гидрогель на основе электрофизически обработанной воды испаряется быстрее, чем гидрогели на основе обычной воды. Для выяснения более точного влияния обработанной воды на коллоидно-химические свойства акрилового гидрогеля были приготовлены три разных гидрогеля: (1- контрольный (необработанный); 2 – гидрогель на основе электрофизически обработанной воды длительностью обработки 30 минут; 3 - гидрогель на основе электрофизически обработанной воды длительностью обработки 60 минут). Приготовленный гидрогель нанесли по 50 г на три посуды толщиной  $10 \pm 2$  мм, и каждое определённое время взвешивали. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Испарение влаги из гидрогеля на основе электрофизически обработанной воды (%).

№	Длительность обработки	Время испарения					
		0 мин	30 мин	60 мин	2 час	1 сут	2 сут
1	Контрольный	0	2,5	7,0	9,0	50,0	99,5
2	Обработанный 30 мин	0	4,9	8,7	13,9	57,4	99,4
3	Обработанный 60 мин	0	5,7	10,7	16,2	60,0	99,7

Полученные результаты свидетельствуют, что гидрогели на основе электрофизически обработанной воды испаряются быстрее 7-10%, чем гидрогели, приготовленные с обычной водой.

Изучали водородный показатель гидрогеля pH-метров марки «pH-150МИ (рисунок 2). Результаты приведены в таблице 2.

Экспериментально установлено, что переменный частотно-модулируемый сигнал заметно снижает уровень pH. Эти изменения говорят о том, что переменного-частотно-модулируемый сигнал не только изменяет физико-химические свойства воды, но и эти изменённые свойства передаёт в качестве гидрогеля на ее основе.



Рис. 2. pH-метры марки «pH-150MI».

При изучении водородного показателя гидрогеля были приготовлены гидрогели на основе электрофизически обработанной и необработанной воды. Результаты приведены

в таблице 2.

При увеличении испаряемости концентрации полимера в гидрогели повышается уровень полимера. При использовании гидрогеля в качестве медикаментозного средства данное увеличение концентрации полимера взаимосвязано со снижением уровня pH [8].

Ускорение же испарения влаги сокращает время ожидания пациентом последующих медицинских процедур, несовместимых с еще невысохшим слоем лекарственного средства. Происходящее при этом незначительное увеличение значений pH растворителя-воды в составе аппликата не представляется нам существенным на фоне увеличения концентрации акрилового полимера в аппликации – носителя электрофизической стимуляции свойств собственно аппликата.

Таблица 2.

Изменение водородного показателя гидрогеля в зависимости от длительности обработки.

Водородный показатель	Длительность обработки, мин						
	Контрольная	20	30	40	50	60	120
pH	6,61	6,69	6,72	7,82	6,84	6,84	6,84

Для выяснения длительности сохранности изменения свойства акрилового гидрогеля на основе электрофизической обработанной воды проводились исследования на временной сохранности pH гидрогеля в зависимости от времени обработанной воды (таблица 3).

При исследовании значений водородного показателя, измеренных для образцов гидрогеля, хранившихся в закрытых от испарения сосудах. (Как видно из таблицы 1, аппликат гидрогеля за 2 суток полностью обезвоживается).

Таблица 3.

Время сохранности pH акрилового гидрогеля в зависимости от длительности обработки.

Длительность обработки	Пост-экспозиции, сутки									
	1	3	5	7	10	13	15	17	20	
pH контрольного образца	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61
ΔpH	20 минут	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	0	0	0	0	0
	30 минут	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,1	0	0	0
	40 минут	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,2	+0,2	+0,1	0
	50 минут	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,2	+0,2
	60 минут	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,2

Результаты таблицы 3 показывают, что изменение водородного показателя за 2 суток в невысыхающем гидрогеле сохраняется до 13-20 суток в зависимости от длительности обработки. Из этого следует, что изменения свойств гидрогеля от воздействия обработанной воды сохраняются во времени и зависят только от длительности обработки электрическим сигналом исходного гидрогеля.

### Выводы

Таким образом, из полученных данных следует, что при увеличении времени

воздействия электрического сигнала на гидрогель его водородный показатель увеличивается на 6,5% (таблица 2), и испарение влаги растёт до 34% (таблица 1) в зависимости от времени обработки, а время сохранности pH гидрогеля продолжается до 20 суток (таблица 3).

Установлено, что переменный частотно-модулируемый электрический сигнал влияет на значение pH, которое, по предварительным данным, в зависимости от времени обработки может сохраняться в течение не менее 7 суток, при этом процесс испарения протекает более интенсивно и антибатно.

**Литература:**

1. Слесарев, В.И. «Влияние сверх слабых полей на структурно-информационное состояние воды. Явление аквакоммуникации», Международный конгресс (2003, Санкт-Петербург). III Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», 1-4 июля 2003 г / В. И. Слесарев, А. В. Шабров. – Санкт-Петербург, 2003. – С. 19-20.
2. Ивахнюк, Г.К. О влиянии переменного частотно-модулируемого сигнала на изменение физико-химических свойств воды / Г. К. Ивахнюк, Е. Г. Митюгова, [и др.] // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2012 – № 16(42). – С. 48-51.
3. Колесников, С.В. Электрофизические и нанохимические инновации в обеспечении энергоресурсосбережения, промышленной и экологической безопасности / Д.С. Азимов, С.В. Колесников, Г.К. Ивахнюк, Н.И. Шешина // Известия СПбГТИ(ТУ). - 2018. – № 46 (72). – С. 120-122.
4. Азимов, Д.С. Влияние переменного частотно-модулированного сигнала на физико-химические свойства дистиллированной воды и гидрогеля акрилового полимера на ее основе / Д.С. Азимов, Г.К. Ивахнюк, М.Т. Идиев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. - 2018. – №3 (43). – С. 20-26.
5. Mai Trong Ba Effects of AC frequency on the Physicochemical Characteristics of water / Mai Trong Ba, Knyazev Alexander Sergeevich and Ivakhnyuk Grigory Konstantinovich // Key Engineering Materials, 2017. - Volume 743. – P. 326-330.
6. Азимов, Д.С. Влияние переменного частотно-модулированного электрического сигнала на состояние надмолекулярной структуры воды // Д.С. Азимов, А.А. Рахматуллозода / VIII Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Неделя науки-2019», Санкт-Петербург, 2-5 апреля 2019 г. – С. 10.
7. Азимов, Д.С. Физико-химические свойства дистиллированной воды для приготовления гидрогелей / Д.С. Азимов, Р.О. Азизов, Нуриддини Ф. // Вестник Таджикского национального университета «Наука и инновация» 2020 г. С. -139-146.
8. T.R. Noare, D.S. Kohane, Polymer, 2008, 49, 1993-2007
9. Лагвилава, Т.О., Зиновьев Е.В., Ивахнюк Г. К., Гарабаджиу А.В., Сивова Е. В. // Ранозаживляющие средства на основе карбополов // Известия СПбГТИ (ТУ). - 2013. С. 47-52.
10. Азизов, Р.О. Влияние переменного частотно-модулируемого сигнала на регенераторные свойства гидрогеля на основе акрилового полимера / Д.С. Азимов, Р.О. Азизов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. - 2020. – №3 (210) – С. 47-54.
11. Юдина, Е.П. Влияние магнитного и электрического полей на свойства гелей оксигидрата иттрия // Диссертация на кандидат химических наук. Специальность. 20.00.21. 2006 г.
12. Азимов, Д.С. Влияние электрофизической обработки воды на особенности набухания редкосшитого акрилового полимера / Д.С. Азимов, А.С. Копосов, М.Т. Идиев, Г.К. Ивахнюк // Вестник Таджикского национального университета Серия естественных наук. - 2018. – № 4. – С. 91-97.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Азимов Додарбек Садриддинович	Азимов Додарбек Садриддинович	Azimov Dadarbek Sadriddinovich
Ассистент	Ассистент	Assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
bek_azimov91@mail.ru		

## АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАШАВИИ КОНИ АНГИШТИ “ҲАКИМӢ”-И ЧУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ҲАМЧУН СӢЗИШВОРИИ САХТ

Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳлили эксперименталӣ оид ба омӯзиши таркиби химиявии ангишти кони “Ҳақимӣ”-и Ҷумҳурии Тоҷикистон маълумотҳо пешниҳод карда шудааст.

Кори пешниҳодшуда дар ду самти таҳқиқоти эксперименталӣ, таҳқиқотҳои саҳроӣ ва лабораторӣ амали гардидааст. Тавасути таҳқиқотҳои саҳроӣ мавқеи ҷойгиршавӣ ва таснифоти геологии кони ангишти “Ҳақимӣ” амали гардидааст.

Бо истифода аз методҳои химияи органикӣ ва тарихаҳои таҳлили физикию-химиявӣ як зумра нишондиҳандаҳои физикию-химиявии ангишти кони “Ҳақимӣ” аз қабилӣ намнокии умумӣ, моддаҳои бӯхоршаванда, хокистарнокӣ, карбони пайваст, сулфурӣ умумӣ, микдори ҳидроген ва ҳосиятҳои энергиябарандагӣ он муайян карда шудааст.

Тавасути методҳои муҳандисӣ-экологӣ, ҳисоби маводҳои оиди истифодашавии ангишти таҳқиқшаванда ҳамчун сӯзишвории саҳт амали гардид. Дар натиҷа муайян гардидааст, ки хангоми ба ҳайси сӯзишворӣ истифода намудани ангишти кони “Ҳақимӣ” партовҳои зиёде ҳосил мегардад. Дар асоси ҳосиятҳои ин партовҳо маълум карда шудааст, ки ин партовҳо метавонанд натанҳо ба вазъи экологии маҳал, инчунин ба вазъи экологии минтақа низ таъсири манфии худро метавонад расонад.

**Калидвожаҳо:** ангишти кони “Ҳақимӣ”, таркиби химиявӣ, ҳосияти энергиябарандагӣ, сӯзиш, партовҳо, арзёбии экологӣ.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ХАКИМИ» РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН КАК ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО

Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова

В данной статье приведены результаты экспериментального исследования химического состава угля месторождения «Хакими» Республики Таджикистан.

Предлагаемая работа выполнена в двух направлениях экспериментального исследования: полевые и экспериментальные исследования. С применением полевых методов исследования изучены некоторые геологические характеристики угля месторождения «Хакими».

С применением методов органической химии и физико-химических методов определены важнейшие физико-химические показатели угля месторождения «Хакими», такие как общая влажность, летучие вещества, зольность, связанный углерод, общая сера, количество водорода и теплотворность.

С применением инженерно – экологических методов осуществлён материальный баланс исследуемого угля в случае применения его как твердое топливо. На основе свойств идентифицированных отходов выявлено, что отходы продуктов горения угля месторождения «Хакими» может отрицательно влиять на экологическую обстановку региона.

**Ключевые слова:** уголь месторождения «Хакими», химический состав, теплотворность, горение, отходы, экологическая оценка.

### ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF COAL OF THE "KHAKIMI" DEPOSIT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN AS A SOLID FUEL

D.E. Ibrogimov, P.M. Nasredinova

This article presents the results of an experimental study of the chemical composition of coal from the "Khakimi" deposit of the Republic of Tajikistan.

The proposed work was carried out in two directions of experimental research: - field and experimental research. Using field research methods, some geological characteristics of coal from the "Hakimi" deposit have been studied.

Using the methods of organic chemistry and physicochemical methods, the most important physicochemical parameters of coal from the "Hakimi" deposit, such as total moisture content, volatiles, ash content, bound carbon, total sulfur, the amount of hydrogen and calorific value, have been determined.

With the use of engineering and environmental methods, the material balance of the investigated coal was carried out, in cases of use as a solid fuel. Based on the properties of the identified waste, it was revealed that the waste products of coal combustion from the "Hakimi" deposit can negatively affect the ecological situation in the region.

**Key words:** coal from the "Hakimi" deposit, chemical composition, calorific value, combustion, waste, environmental assessment.

Чуноне, ки ба ҳамагон маълум аст Тоҷикистон дар миқёси Осиеи Марказӣ яке аз минтақаҳои ба ҳисоб меравад, ки дорои захираҳои калони ангишт мебошад. Тибқи маълумоти мутахассисони соҳавӣ захираи умумии ангишти ҷумҳурӣ ба ҳисоби миёна 4,3 миллиард тоннаро ташкил медиҳад.

Новобаста аз он, ки дар самти истифодашавии оқилонаи захираҳои ангишти Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон як зумра корхоро ба анҷом расонидааст, ҳанӯз ҳам дар ин самт мушкилотҳо дида мешаванд.

Аз нигоҳи илмӣ ангишт натанҳо, сӯзишворӣ инчунин он метавонад ашӯи хоми пурқимат дар

истеҳсоли як зумра мавод ва маҳсулот истифодашаванда бошад.

Чуноне, ки маълум аст дар Тоҷикистон дар баробари ангишт захираҳои нафт низ мавҷуд аст. Баъзе аз ин захираҳо то ҳанӯз маҳфуз буда, истифода намешаванд. Ба замми ин соҳаи нафто-химия дар ҳолати рушд қарор надорад.

Таҳлили сарчашмаҳои илмӣ нишон дод имрӯз карбогидрогенҳои моеъи марбут ба сӯзишвории моеъ натанҳо аз нафт, инчунин аз ангишт низ истеҳсол карда мешаванд. Аз нигоҳи иқтисодӣ ин технология фоидаовар ба ҳисоб меравад. Масалан, давлати Олмон дорои захираҳои назарраси нафт нест, вале, захираҳои



хеле бойи ангиштро дорост. Аз ин лиҳоз, аз ангишт карбогидрогенҳои моеъ, ки мутааллиқ ба компонентҳои фраксияи сабуки нафт мебошад, ҳосил карда мешаванд. Дар асоси ин карбогидрогенҳо бензин истеҳсол мегардад. Бензини истеҳсолшуда талаботи дохилии давлати Олмонро бо ин навъи сӯзишворӣ қонеъ намуда истодааст.

Дар амал тадбиқ намудани ин технология барои иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, хело муҳим мебошад. Аз ҳамин сабаб гузаронидани пажӯҳиш ва таҳқиқотҳо дар ин самт айни замон барои илм ва истеҳсолоти Ҷумҳурии Тоҷикистон мубрам ва зарур мебошад.

Ин мубрам ва зарурати мавзӯро ба инобат гирифта объекти таҳқиқот ангишти кони «Ҳакимӣ» қарор дода шуд.

Аз рӯи маълумотҳо муайян карда шудааст, ки захираҳои ангишти кони «Ҳакимӣ» масофаи 1,5км-ро дар бар мегирад.

Дар ҳудуди анбуҳи ангиштдор ду қабатҳои ангишт мавҷуд мебошанд ва яке аз онҳо аҳамиятнок доништа шудааст. Қабати ангишт тавассути хандақҳо ба масофаи 400м ба самти тӯлкашӣ пайгирӣ гардидааст. Қисми зиёди он дар зери пардаи пуриктидори таҳшинҳои давраи чорум мондааст. Падидоршавии пурраи таҳшинҳои юраи континенталӣ дар кони Ҳакимӣ, дар ҳудуди қорҳои ҷустуҷӯӣ арзёбӣ гузаронидашуда, ба назар намерасад.

Рушди таҳшинҳои давраи муосири рӯйпӯшкунанда, резҳо ва конусҳои баровардашуда ба он дараҷа рушд ёфтаанд, ки қабатҳои таҳҷой қариб тамоман дида намешаванд.

*Ҷадвали 1.*

*Нишондиҳандаҳои физикию-химиявии ангишти кони «Ҳакимӣ».*

<i>Намнокҳои умумӣ (бо %)</i>	<i>2,13</i>	<i>Сулфури умумӣ (бо %)</i>	<i>1,52</i>
<i>Намнокҳои намуди таҳлилишаванда (бо %)</i>	<i>0,95</i>	<i>Ҳидроген (бо %)</i>	<i>3,94</i>
<i>Моддаҳои бухоршаванда (бо %)</i>	<i>20,16</i>	<i>Гармии сӯзиши баландтарин (Ккал/кг)</i>	<i>6450,40</i>
<i>Карбони пайваст (бо %)</i>	<i>59,13</i>	<i>Гармии сӯзиши пасттарин (Ккал/кг)</i>	<i>6101,49</i>
<i>Ҳокистарнокӣ (бо %)</i>	<i>19,76</i>	<i>Сифати шлак</i>	<i>5</i>

Чи тавре, ки аз натиҷаҳои таҳлил, ки дар ҷадвали 1 пешниҳод карда шудааст, карбоннокӣ ангишти таҳқиқшаванда бо ҳисоби миёна 59,13%-ро ташкил дода, гарми сӯзиши баландтарини он ба 6450,40кал/кг баробар мебошад. Дар баробари ин сулфури умумии он 1,52%-ро ташкил медиҳад.

*Ҷадвали 2.*

*Миқдори партовҳои, ки ҳангоми сӯзонидани 1тонна ангишти кони «Ҳакимӣ» ҳосил мегардад.*

<i>Номгӯи партовҳо</i>	<i>миқдори партов (кг)</i>	<i>Номгӯи партовҳо</i>	<i>миқдори партов (кг)</i>
<i>моддаҳои бухоршаванда</i>	<i>201,6</i>	<i>Диоксиди карбон (CO2)</i>	<i>1864</i>
<i>ҳокистар</i>	<i>197,6</i>	<i>Диоксиди сулфур (SO2)</i>	<i>30</i>

Дар натиҷаи гузаронидани қорҳои зеризаминӣ ба воситаи нақбҳо қабати ангиштсанг кушода шуда ва пайгирӣ намуда шудааст.

Тӯлкашии қабати ангишт субарзӣ буда, самти афтиш шимолӣ (40°-45°) мебошад. Дар наздиқиҳои гусалҳо дигаргуншавии кунҷи афтиш (70°-80°) мушоҳида мегардад.

Ғафсии ҳақиқии қабати ангишт дар яке аз хандақҳо 11,17 метрро ташкил медиҳад. Дар нақбҳо ғафсии қабати ангишт то ба 16-17 метр мерасад.

Қабат дар минтақаи рӯғеҷаи давраи палеозой ба рӯи таҳшинҳои давраи юра кушода шудааст. Рӯғеҷа ба самти ҷануб хобидааст. Кунҷи афтиши он ба 50°-70° баробар аст. Қабати ангишт дар минтақаи рӯғеҷа ба самти шимол партофта шудааст ва дар ин ҳолат самти афтиши ҷанубро бо кунҷи 70° мегирад. Ранги ангишти кони «Ҳакимӣ» сиёҳи ҷилдор ё хиратоб аст. Дар буриши қабат табақаҳои борики гилҳои ангиштранг ва алевролитҳо, аз чанд сантиметр то 1 м, ба назар мерасанд. Дар баъзе қитъаҳои он дар ангишт донаҳо ва қабатҳои нафиси сулфидҳо ва кварс, ба қайд гирифта шудаанд.

Барои муайян намудани таркиби химиявӣ ва сифати ангишти кони «Ҳакимӣ» як зумра таҳқиқотҳои эксперименталӣ гузаронида шуд [1-6]. Тавасути истифодаи методҳои химияи органикӣ ва тарикаҳои таҳлили физикию-химиявӣ муҳимтарин нишондиҳандаҳои он аз қабали хокистарнокӣ, сулфури умумӣ, карбони пайваст, намнокӣ, миқдори ҳидроген ва ҳосиятҳои энергиябарандагии он муайян карда шуд [7-8]. Муҳимтарин натиҷаҳо дар ҷадвали 1 пешниҳод карда шудааст.

Дар асоси ин натиҷаҳои илмӣ бо истифода аз методҳои муҳандисии экологӣ ҳисоби маводҳо, ҳангоми сӯзиши ангишти кони «Ҳакимӣ» амали карда шуд. Натиҷаҳо дар ҷадвали 2 пешниҳод гардидааст.

Чи тавре, ки аз арзёбии экологии истифодашавии ангишти кони “Ҳақимӣ” ҳамчун сӯзишворӣ бармеояд, ҳангоми сӯзонидани ин ангишт ҳамчун сӯзишвори партовҳои зиёде ҳосил мегардад. Ин партовҳо бевосита метавонад ба вазъи экологӣ таъсири назарраси худро расонад.

Моддаҳои бухоршаванда ва диоксиди карбоне, ки дар раванди сӯзиши ангишти кони “Ҳақимӣ” ҳосил мегардад дар зиёд гардидани газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ мусоидат намояд. Дар баробари ин диоксиди сулфур ва дигар газҳои аэрозолӣ, ки мутаалиқ ба ангидриди кислотаҳо мебошанд ҳангоми таъсири мутақобила бо намии ҳаво ба ҳосилшавии боронҳои кислотагӣ метавонанд мусоидат намоянд.

Ҳамин тариқ тавасути истифодаи методҳои химияи органикӣ ва усулҳои таҳлили муҳандисии экологияи тадбиқӣ, арзёбии экологии истифодашавии ангишти кони “Ҳақимӣ”, ҳамчун сӯзишвории саҳт амали карда шуд. Дар натиҷа муайян гардид, ки ҳангоми истифодаи ин ангишт ҳамчун сӯзишворӣ метавонад, партовҳои зиёде хорич гардад. Ин партовҳо бевосита натавонанд ба вазъи экологии маҳал, инчунин ба экологияи минтақа таъсири манфии худро мерасонад. Аз ҳамин лиҳоз тавсия дода мешавад, ки ангишти мазкур ҳамчун ашёи хоми ниҳой дар истеҳсолоти химиявӣ истифода карда шавад. Барои амали намудани ин пешниҳод пеш аз ҳама коркарди технологияҳои муфид зарур аст.

#### Адабиётҳо:

1. Охунов Р.В., Абдурахмонов Б.А. Саноати ангишти Тоҷикистон: заминаи ашёи ваъ ва дурнамои рушд. Душанбе Недра, 2011, 246с.
2. Иброгимов Д.Э. Изучение компонентного состава угля месторождения «Сайяда». -Душанбе.: Вестник ТНУ №2, 2015., с.72-76;
3. Иброгимов Д.Э. Изучение компонентного состава угля месторождения «Сайяда». -Душанбе.: Вестник ТНУ №2, 2015., с.72-76;
4. Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова Хосиятҳои физикию химиявии ангишти конҳои «Шӯрхок» ва «Ҳақимӣ»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон (маҷаллаи илмӣ) Баҳши илмҳои табиӣ №1/2 Душанбе: «Сино» соли 2017 саҳ 169-172
5. Бойгардонии намунаҳои ангишти конҳои «Шӯрхок» ва «Ҳақимӣ»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон. Маҷаллаи «Кишоварз», №3 (75), соли 2017, саҳ.77-80
6. Апелсин Г.П. Отчет по подсчету запасов углей Таджикской ССР, ПО «Таджикгеология», 1991г. 42с
7. Абдулхайров, Б.Ф. Изучение компонентного состава угля месторождения «Саяда» [Текст] / Б.Ф. Абдулхайров, Д.Э. Иброгимов К.М. Палаванов // Вестник Таджикского национального университета, – Душанбе: Сино, -2015. - №2. – С.72-76.
8. Иброгимов, Д.Э. Физико-химические свойства угля месторождений “Шурхок” и “Хақими” Республики Таджикистан [Текст] / Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова// Вестник Таджикского национального университета,– Душанбе: Сино, -2017. -№1-2. – С.169-173.
9. Иброгимов, Д.Э. Качество угля месторождения “Зидди” и его значимость для промышленности Республики Таджикистан [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Б.Ф. Абдулхайров // Вестник Таджикского национального университета– Душанбе: Сино, -2017. -№1-4. -С. 170-173

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Иброгимов Дилшод Эмомович	Иброгимов Дилшод Эмомович	Ibrogimov Dilshod Emomovich
д.и.х., и.в. профессор	д.х.н., и.о. профессор	Doctor of chemical Sciences, Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ.	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.C.Osimi
ibrogimov_75@mail.ru		

## ФИЛЬТРАНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД

Н.Ю. Пулодов<sup>1</sup>, Б.С. Джамолзода<sup>2</sup>, А. Муродиён<sup>1</sup>, А.Г. Сафаров<sup>1</sup>, Х. Сафиев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана,

<sup>2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>3</sup>Государственное учреждение Научно-исследовательский институт «Металлургия» ОАО «Таджикская алюминиевая компания»,

На основе проведенных исследований показано, что обработка антрацита месторождения Назарайлок 10% (масс.) соляной кислотой резко снижает зольность, в том числе макро-, и микро-примесей. Определены прочность на истирание и измельчаемость зерен антрацита и технические характеристики исследованного антрацита. Обработанный антрацит с фракцией 1,5-3,0 мм был использован для очистки воды взятого с Варзобской реки без предварительной очистки коагуляцией. Мутную воду пропускали через антрацит, а также через кварцевый песок взятого с берегов Кайрокумского водохранилища (г. Худжанд), который используется в качестве фильтранта в ГУП «Душанбе водоканал». Если мутность исходной воды составляла 28,10 мг/л и после пропускания через антрацит она составляла 3,25 мг/л, а через кварцевый песок – 2,95 мг/л. По совокупности проведенных исследований показаны возможности использования антрацита месторождения Назарайлок в качестве фильтранта для механической очистки хозяйственно-питьевых вод.

**Ключевые слова:** антрацит, фильтрант, грансостав, фракция, дистилляция, опреснения, ионный обмен, осмос, электродиализ.

## ПОЛОИШ БАРОИ ТОЗА КАРДАНИ ОБ

Н.Ю. Пулодов, Б.С. Джамолзода, А. Муродиён, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев

Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда нишон дода шудааст, ки агар антрацити кони Назарайлок бо кислотаи гидроген хлорид 10% (масс.) коркард карда шавад хокистарнокӣ ва ғашҳои бо микдори макро ва микро дар таркиби он вучуд дошта ниҳоят кам мешаванд. Мустаҳкамӣ дар хурдашавӣ ва майдашавии зарраҳои антрацит муайян карда шуд. Тавсифи техникии антрацити таҳқиқшаванда муайян карда шуд. Антрацити коркардшуда бо андозаи 1,5-3,0 мм барои тоза кардани обе, ки аз дарёи Варзоб гирифта шуда буд, ба тозакунии пешакии коагулятсия истифода шуд. Оби лойлодро аз антрацит, инчунин аз регҳои кварсӣ, ки аз соҳили обанбори Кайрокум (ш. Хучанд) гирифта шудааст, ки дар КВД «Обу корези Душанбе» ҳамчун полоиш истифода мешавад гузаронида шуд. Агар хираи оби ибтидоӣ 28,10 мг/л бошад пас аз гузаштан аз антрацит 3,25 мг/л ва аз регии кварсӣ ба 2,95 мг/л баробар шуд. Бо маҷмӯи таҳқиқоти гузаронидашуда имконияти истифодаи антрацити кони Назарайлок ба сифати полоиш барои тоза кардани обҳои нушокию-хочагидорӣ бо таври механикӣ муайян шуд.

**Калимаҳои калидӣ:** антрацит, полоиш, таркиби гранулометрӣ, фраксия, буғроншавӣ, бенамакгардонӣ, мубодилаи ионӣ, осмос, электродиализ.

## FILTER FOR WATER PURIFICATION

N.Yu.Pulodov, B.S. Jamolzoda, A. Murodiyov, A.G. Safarov, Kh. Safiev

Based on the studies carried out, it has been shown that the treatment of anthracite from the Nazarailok deposit with 10% (wt.) hydrochloric acid sharply reduces the ash content, including macro- and micro-impurities. The abrasion strength and grindability of anthracite grains have been determined. The technical characteristics of the investigated anthracite are determined. Processed anthracite with a fraction of 1,5-3,0 mm was used to purify water taken from the Varzob River without preliminary purification by coagulation. The muddy water was passed through anthracite, as well as through quartz sand taken from the shores of the Kairokum reservoir (Khujand), which is used as a filtrant in the State Unitary Enterprise "Dushanbe Water and Sewerage Company". If the turbidity of the source water was 28.10 mg / l and after passing through anthracite it was 3.25 mg / l, and through quartz sand - 2.95 mg / l. On the basis of the research carried out, it is shown the possibility of using anthracite from the Nazarailok deposit as a filtrant for mechanical purification of household drinking water.

Key words: anthracite, filtrant, grone composition, fraction, distillation, ion exchange, osmosis, electrodiagnosis.

В народном хозяйстве используют воды разного происхождения, надземные и подземные. Для уменьшения жесткости и обессоливания применяют разные методы: ионный обмен, дистилляция, электродиализ, обратный осмос (гиперфильтрация), вымораживания, а для удаления коллоидных и взвешенных частиц используют фильтрацию и др. [1].

Следует отметить, что до 1985г. во всем мире насчитывались более 4600 опреснительных установок (ОУ) производительностью более 95 м<sup>3</sup>/сутки разных типов, которые имели суммарную мощность 9,92 млн. м<sup>3</sup>/сутки и ежегодно вырабатывали 3,6 км<sup>3</sup> опресненной воды, на долю которых приходилось 67% общей производственной мощности.

На долю мембранных опреснительных установок приходилось 33%, обратноосмотического -23% и на электродиализ

-10%. Опресненная вода в основном используется для коммунального (60%) и промышленного (19%) водоснабжения, в энергетике -6%. В меньшей степени опреснение используется в сельском хозяйстве для минерализации сбросных дренажных вод и очистке сточных вод -7% [2].

В [3-5] приведены удельные технико-экономические показатели (ТЭП) (себестоимость, капитальные и приведенные затраты, расход топлива и электроэнергии), характеризующие материальные и энергетические затраты на производство 1м<sup>3</sup> воды на опреснительных установках разного типа с производительностью от 1 до 1000 м<sup>3</sup>/сутки (стран СНГ) и от 0,1 до 1000 м<sup>3</sup>/сутки (зарубежных). Дана структура капитальных и эксплуатационных затрат на опреснение воды разными методами и описаны состояние и перспективы развития опреснительной техники.

Выбор метода опреснения обуславливается качеством очищаемой воды, требований к качеству очищенной воды, производительностью установок и технико-экономическими соображениями.

Кроме дистилляции, которые осуществляются в выпарных и холодильных установках не требуется тщательная предварительная водоподготовка, а в остальных методах для получения обессоленной воды коммунального и производственного назначения требуется предварительная водоподготовка. Например, перед ионным обменом используется мембрана или гранулированные иониты, электродиализ или обратный осмос. Необходимо воду очищать предварительно от коллоидных и взвешанных частиц, в противном случае, мембраны будут испытывать большие нагрузки и это влияет на их срок службы. Предварительная очистки воды перед обессоливанием осуществляется фильтрующими материалами: кварцевым песком, мраморной крошкой, антрацитом и др.

Следует отметить, что в АОТ «Таджикхимпром» в рассолеподготовке, после удаления из рассола ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , взвешенные и коллоидные частицы улавливались с помощью мраморных крошек, и после чего очищенный рассол поступал на электролиз. Дело в том, что электролизёры работали с диафрагмой или с разделительной мембранной (катодное пространство отделялось от анодного пространства с помощью диафрагмы).

Из литературы [6] известно, что применение антрацитовых фильтрантов в системах водоподготовки котлов (ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС, АЭС), очистки промышленных стоков на предприятиях химической, металлургической, пищевой, энергетике, горно-металлургическом комплексе позволяет достигать более качественного и эффективного очищения воды по сравнению с ранее используемой технологий.

Государственное унитарное предприятие Душанбе водаканал (ГУП «Душанбеводаканал» после механической очистки хозяйственно-питьевых вод (коагуляцией) применяют фильтрацию для очистки от взвешанных и коллоидных частиц. В качестве фильтранта используют кварцевый песок ( $SiO_2$ ) крупностью от 1 до 3 мм.

Как показали ранние исследования [6] антрацитовый фильтрант более стоек к агрессивным средам, что можно использовать его для фильтрации промежуточных продуктов в химическом производстве. Установлено [7], что использовании антрацита фракцией от 3 до 5 мм для очистки сточных вод пищевой промышленности способствует снижению взвешенных частиц на 17%, органических примесей на 54 %, масел на 99%.

Ионитовые мембраны, которые используют в схемах очистки воды с целью удаления тонкодисперсных частиц приобретает актуальный характер. Дело в том, что применение антрацитов для этой цели позволяет определено снизить расход ионитов, облегчает их регенерацию. Современная мембранная технология не может функционировать на должном уровне без высококачественной очистки воды от взвесей [8]. Автором [6] показана, что фильтры из антрацита почти в два раза легче чем традиционные из кварцевого песка, на 20% превышает гряземкость и срок службы увеличивается в 2,5 раза.

Таким образом, для любого применяемого метода очистки воды с целью уменьшения жесткости и обессоливания сначала из воды необходимо удалить коллоидные и взвешанные частицы антрацитовыми фильтрами, а также перед хлорированием хозяйственно-питьевой воды необходимо использовать фильтры из углеродного материала определенной фракции.

Цель настоящей работы заключается в исследовании антрацита месторождения Назарайлок на предмет пригодности его в качестве фильтранта для очистки воды от коллоидных и взвешенных частиц.

Расположение, геологические происхождения, промышленные запасы, химический состав антрацита месторождения Назарайлок приведены в монографии [9]. Антрацит был комплексно изучен и сопоставлен по физико-химическим и физико-механическим свойствам с зарубежными аналогами до температуры прокалки 1700 °С. Сюда относится изменение межплоскостного расстояния ( $d_{00}$ ), ИК-спектров, ЭПР, ДТА, рентгенофазовый анализ и изменение теплоемкости от температуры. Также были определены анизотропия отражательной способности (R), текстура (T) и УЭС [10].

В системах водоподготовки хозяйственно-питьевого назначения к фильтранту выполняемому из антрацита предъявляются жесткие требования по химическому и грансоставу. В соответствии со СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение». «Наружные сети и сооружения» дробленый антрацит должен иметь фракцию в пределах 0,8-1,8 мм.

К антрацитам предъявляются высокие требования относительно химической стойкости. Это объясняется тем, что в антрацитовых зернах должны отсутствовать ионы тяжелых металлов и кремнекислых соединений, приводящие к загрязнению очищаемой воды и изменению pH жидкости.

В таблице 1 приведены технические характеристики антрацита в зависимости от гранулометрического состава. Как видно по мере измельчения зольность и содержание серы

увеличиваются. Такая тенденция сохраняется с прочностью на истирание и измельчаемость.

Для фильтрации хозяйственно-питьевой воды общее содержание золы не должно превышать 4,0% (масс.). Макропримеси в антраците определялись химическим методом, а микропримеси рентгенофлуоресцентным

спектрометром типа «Спектроскан МАКС - GV». Так как для фильтрации используется антрацит фракции 1,5-3,0 мм. Целесообразно определять макро - и микропримеси в указанной фракции. К макропримесям можно отнести: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO+MgO и соответственно равнялись, % (масс.): 14,34; 38,45; 3,53 и 4,45.

Таблица 1.

Технические характеристики антрацита в зависимости от грансостава.

№№ п.п.	Размер фракций, мм	Зольность, %	Насыпной вес, г/см <sup>3</sup>	Кажущ. плотность, г/см <sup>3</sup>	Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	Измельчаемость, %	Прочность на истирание, %	Ёмкость по воде, см <sup>3</sup> /г	Сера, %	Потери антрацита после кислотной обработки, %
1	-5,0+3,0	3,017/1,442	0,650	1,30	1,72	3,00	0,18	-	0,19	-
2	-3,0+2,0	3,360/1,521	0,700	1,31	1,73	3,15	0,17	0,01182	0,20	1,682
3	-2,0+1,0	3,691/2,435	0,734	1,32	1,74	3,45	0,20	0,0100	0,22	2,488
4	-1,0+0,5	3,726/2,647	0,750	1,30	-	4,18	0,25	-	0,25	-
5	-0,5+0,2	8,406/3,335	0,815	1,31	-	5,10	0,34	-	0,30	-

Примечание: в столбце зольность приведенные данные в знаменателе соответствуют после кислотной обработке (HCl-10 %, масс.) в течение 30 мин. при температуре 70-80 °С.

Таблица 2.

Результаты спектрального анализа на микропримеси антрацита.

Элемент-примесь, %	Значения	Элемент-примесь,	Значение
Sr	10 <sup>-2</sup>	Co	10 <sup>-3</sup>
Pb	10 <sup>-3</sup>	MnO <sup>x</sup>	10 <sup>-2</sup>
AS	10 <sup>-2</sup>	Cr	10 <sup>-2</sup>
Zn	10 <sup>-2</sup>	V	10 <sup>-2</sup>
Cu	10 <sup>-3</sup>	TiO <sub>2</sub> <sup>x</sup>	10 <sup>-1</sup>
Ni	10 <sup>-2</sup>	-	-

Примечание: x-соответственно в пересчете на чистый Mn и Ti.

Как видно из таблицы 2 в золе антрацита присутствуют элементы тяжелых металлов, а также мышьяк, марганец и титан. Необходимо отметить, что количество микропримесей определялись из возможности прибора «Спектроскан МАКС - GV». На самом деле, присутствуют еще другие микропримеси, которые будут определены в дальнейших исследованиях. Во всяком случае, содержание макропримесей и микропримесей в золе, составляет чуть более 3,0% (масс.) (см. табл. 1) и его можно использовать в водоподготовку.

Далее, антрацит с фракциями приведенные в табл. 1 обрабатывались 10% (масс.) соляной кислотой в течение 30 мин. при температуре 70-80 °С. Как видно из таблицы 1, содержание золы падает, т.е. макро - и микропримеси переходят в раствор в виде хлоридных солей. Содержание микропримесей уменьшаются до концентрации «следы».

### Литература:

1. Муродиён А., Сафаров А.Г., Холмуродов Ф., Яров М.Т., Ботуров К. Диффузионная и осмотическая проницаемость ионитовых мембран МК-40 и МА-40. Материалы 7-ой международной конференции

Обработанный антрацит с фракцией 1,5-3,0 мм был использован для очистки воды взятой с Варзобской реки без предварительной очистки коагуляцией. Мутную воду пропускали через антрацит, а также через кварцевый песок взятого с берегов Кайрокумского водохранилища (г. Худжанд), который используется в качестве фильтранта в ГУП «Душанбе водоканал». Мутность определялась на спектрофотометре марки 723 РС с длиной волны 546 нм. Если мутность исходной воды составляла 28,10 мг/л и после пропускании через антрацит она составляла 3,25 мг/л, а через кварцевый песок – 2,95 мг/л.

Таким образом, первые эксперименты дают нам основание, что в дальнейшем необходимо смоделировать весь процессе фильтрации и находит оптимальные параметры очистки хозяйственно-питьевой воды с рек Варзоб и Кафарниган с применением антрацита месторождения Назарайлок.

- «Современные проблемы физики», Физико-технич. институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана, Душанбе 2020, -С. 238-242.
2. Временные рекомендации по использованию опресненной воды в сельском хозяйстве / М.В. Колодин, М.В. Санин, Л.И. Эльпинер, Ю.А. Рахманин. – Алмата: Бълым, 1988.
  3. New water source for Middle East, 1983, 18, P. 101-103.
  4. Колодин М.В. Технико-экономические показатели опреснения воды (обзор). – Водоснабжение и санитарная техника, 1980, №2, -С. 3-6.
  5. Строительные нормы и правила (СНиП) 2.04.02.84 «Водоснабжение». Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.
  6. Кураков Ю.И. Сырьевая база антрацитов Российского Донбасса для производства углеродных материалов. Дисс. докт. техн. наук. – М: 2005. – 259с.
  7. Торочешников Н.С. Методы исследования в технической адсорбции. – М.: МХТИ, 1977. - 80 с.
  8. <http://www.cement.ukrbiz.net>.
  9. Ёров З.Ё., Кабиров Ш.О., Муродиён А., Сироджев Н.М. Минерально-сырьевая база химико-металлургической промышленности Таджикистана. г. Душанбе, Изд-во: «Мега-Басым», Стамбул. - 413 с.
  10. Муродиён А., Джамолзода Б.С., Сафаров А.Г., Кабиров Ш., Пулодов Н.Ю., Сафиев Х. Исследование и промышленный способ производства набоечных масс, бортовых и подовых блоков для алюминиевых электролизеров. Вестник технологического университета, г. Казань, 2021,Т. – 24, №4. – С. 70-76.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Пулодов Нуриддин Юлдошхоҷаевич	Пулодов Нуриддин Юлдошхоҷаевич	Pulodov Nuriddin Yuldoshhojaevich
-	-	-
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИ Тоҷикистон	Физико – технического института им. С.У. Умарова НАН Таджикистана	Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov National Academy of Sciences of Tajikistan
Nuriddin_95@mail.ru		
TJ	RU	EN
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча н.и.т	Джамолзода Бехрузи Саъдонхужда к.т.н	Jamolzoda Behruzi Sadonkhujja Ph.D.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
Jamolzoda behruz@mail.ru		
ORCID Id 0000-0003-3518-0470		
TJ	RU	EN
Асрори Муродиён д.и.т	Асрори Муродиён д.т.н	Asrori Murodiyjon Doctor of Technical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИ Тоҷикистон	Физико – технического института им. С.У. Умарова НАН Таджикистана	Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov National Academy of Sciences of Tajikistan
TJ	RU	EN
Сафаров Амиршо Ғоибович д.и.т	Сафаров Амиршо Ғоибович д.т.н	Safarov Amirsho Goibovich Doctor of Technical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИ Тоҷикистон	Физико – технического института им. С.У. Умарова НАН Таджикистана	Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov National Academy of Sciences of Tajikistan
amirsho71@mail.ru		
TJ	RU	EN
Сафиев Хайдар д.и.х., профессор, академики АМИ Тоҷикистон	Сафиев Хайдар д.х.н., профессор, академик НАН Таджикистана	Safiev Haidar Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan
Муассисаи давлатии пажуҳишгоҳи илмӣ-таҳқиқотии «Металлургия»-и ҶСК «Ширкати алюминии тоҷик»	Государственное учреждение Научно-исследовательский институт «Металлургия» ОАО «Таджикская алюминиевая компания»	State Institution Scientific Research Institute "Metallurgy" OJSC "Tajik Aluminum Company"

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ И ИХ АДсорбЦИЮ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА РАСТВОР-ВОЗДУХ

О.И. Одинцова<sup>1</sup>, З.А. Яминзода<sup>2</sup>, Анушервони Ш.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2,3</sup>Технологический университет Таджикистана

В статье исследовано поведение поверхностно-активных веществ на границе раздела раствор-воздух, рассчитаны величины поверхностного натяжения, избыточной адсорбции и константа адсорбционного равновесия для производных жирных спиртов с различной степенью оксиэтилирования и алкилполиглицозидов и их смесей.

**Ключевые слова:** адсорбция, поверхностно-активные вещества, крашение, активные красители, водный раствор-воздух, промывка ткани.

## ТАДҚИҚИ ТАЪСИРИ МОДДАҲОИ ФАЪОЛИ БОЛОИ БА САРҲАДИ ТАБИИ БА ТАРАНГИИ САТҲИ БОЛОИ ВА ЧАБИДАШАВИИ ОНҲО ДАР САРҲАДИ ҶУДОШАВИИ МАҲЛУЛ – ҲАВО

О.И. Одинцова, З.А. Яминзода, Анушервони Ш.

Дар мақола хусусияти моддаҳои фаъоли болои ба сарҳади тақсимшавии маҳлул-ҳаво тадқиқ шудааст, бузургии тарангии сатҳи болои, чабидашавии барзиёд ва константаи мувозинати чабидашавӣ барои ҳосилаҳои спиртҳои рағванӣ бо дараҷаҳои гуногуни оксиэтилизатсия ва алкилполиглицозидҳо ва омехтаҳои онҳо ҳисоб карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** адсорбсия, моддаҳои фаъоли болои, рангдиҳӣ, рангдиҳандаҳои фаъол, маҳлули моеъ-ҳаво, шустани матоъ.

## STUDY OF THE INFLUENCE OF THE NATURE OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES ON THE SURFACE TENSION AND THEIR ADSORPTION AT THE BOUNDARY OF THE SOLUTION-AIR INTERFACE

O.I. Odintsova, Z.A. Yaminzoda, Anushervoni Sh.

The article investigates the behavior of surfactants at the solution-air interface, calculates the values of surface tension, excess adsorption and the constant of adsorption equilibrium for derivatives of fatty alcohols with varying degrees of oxyethylation and alkyl polyglycosides and their mixtures.

**Key words:** adsorption, surfactants, dyeing, active dyes, aqueous solution-air, fabric washing

### Введение

Химико-технологические процессы текстильного производства отличаются большой длительностью и повышенной трудоемкостью. Значимой задачей в отделочном производстве является построение таких технологических процессов, которые позволили бы снизить затраты на производство текстильных материалов, не снижая при этом качества готовой продукции. Важным фактором в этом аспекте являются потери красителя, обусловленные недостаточно высокой степенью фиксации его на волокне, что снижает качество окраски, увеличивает затраты на крашение, усложняет экологическую ситуацию и нуждается в значительных затратах на очистку сточных вод. Поэтому практически все процессы крашения и печатания осуществляются с применением разных способов интенсификации, которая позволяет повысить степень полезного использования красителя и качество окрашенных тканей. Наименее затратным и экологичным способом является введение в красильную систему поверхностно-активных веществ, облегчающих сорбцию и диффузию красящих веществ в целлюлозный и шелковый текстильные материалы.

**Постановка задачи:** Для промывки текстильных материалов первостепенное значение имеет смачивание волокон и проникание в них водного моющего раствора. Увеличить скорость этого процесса возможно

посредством понижения поверхностного натяжения воды как на поверхности раздела с воздушной фазой, так и на границе раздела с поверхностью волокнистого материала при введении ПАВ в раствор. Благодаря накоплению поверхностно-активных молекул в верхнем слое раствора поверхностное натяжение значительно снижается, так как вследствие ориентированной адсорбции значительная часть границы раздела воздух-вода заменяется границей раздела углеводородный гидрофобный остаток-вода [1-2].

**Методы исследования:** В процессе эксперимента использовали предварительно подготовленные к крашению, окрашенные и напечатанные хлопчатобумажные ткани – миткаль арт. 43, бязь арт. 262., хлопкошелковая ткань арт., основные характеристики которых проведены по методике определения смачивающей способности растворов ПАВ и методике определения адсорбционной способности ПАВ.

Адсорбционную способность ПАВ относительно целлюлозных волокон определяли следующим образом: образцы хлопчатобумажной ткани (25×15 см) высушивали до постоянного веса при температуре 100-105<sup>0</sup>С, погружали на 15 мин. в испытуемый раствор, высушивали до постоянного веса и по привесу вычисляли количество ПАВ, сорбированного целлюлозным волокном.

**Результаты исследования:** Для исследуемых ПАВ были построены изотермы поверхностного натяжения их растворов с

использованием метода максимального давления газового пузырька при температуре 20°C (рисунок 1.-3.).

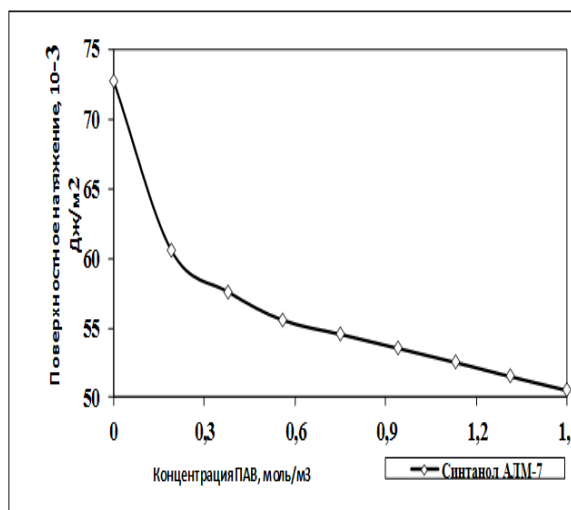


Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации Синтанола АЛМ-7.

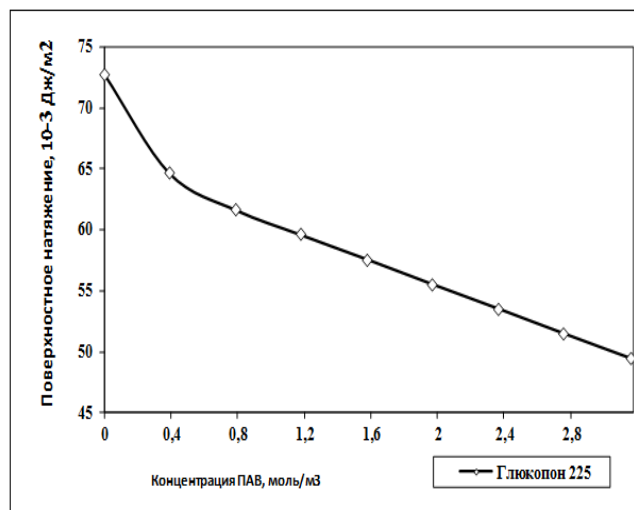


Рис. 2. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации Глюкопона 225.

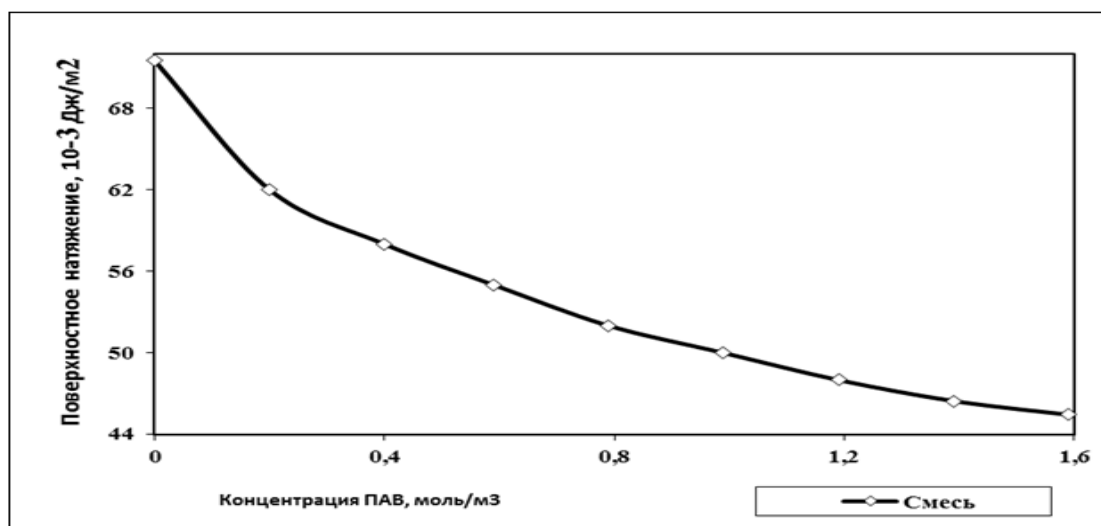


Рис. 3. - Зависимость поверхностного натяжения раствора от концентрации смеси ПАВ: Глюкопон 225 и Синтанол АЛМ-7 в соотношении 1:3 по массовой доли.

Способность ПАВ снижать поверхностное натяжение характеризуется поверхностной активностью, определение которой проводили методом графического дифференцирования изотерм поверхностного натяжения, т.е.

$$G = \left( -\frac{d\sigma}{dc} \right)_{c \rightarrow 0} \quad G = -d\sigma/dc \rightarrow 0$$

После определения поверхностной активности рассчитали избыточную адсорбцию при различной концентрации растворов на поверхности «водный раствор-воздух» по уравнению Гиббса (табл. 3.10.). Это уравнение при низких концентрациях имеет вид:

$$\Gamma = -\frac{d\sigma}{dc} \frac{c}{RT}$$

Поскольку адсорбция ПАВ является мономолекулярной, и величины избыточной ( $\Gamma$ ) и полной адсорбции ( $a_m$ ) совпадают, то для описания изотермы адсорбции использовали уравнение Ленгмюра:

$$a = \frac{a_m bc}{1 + bc}$$

где  $a_m$  – предельное значение полной адсорбции (емкость насыщенного мономолекулярного адсорбционного слоя ПАВ);  
 $b$  – константа равновесия процесса адсорбции;  
 $c$  – концентрация ПАВ.



Таблица 1.

Влияние природы ПАВ на характеристики процесса их адсорбции.

Наименование ПАВ	Концентрация раствора, моль/м <sup>3</sup>	Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$ , Дж/м <sup>2</sup>	Избыточная адсорбция $\Gamma \cdot 10^3$ , моль/м <sup>2</sup>	C/a, м <sup>1</sup>
Синтанол АЛМ-7	0,19	60,6	1,05	0,128
	0,38	57,57	1,6	0,192
	0,56	55,55	2	0,252
	0,75	54,54	2,25	0,308
	0,94	53,53	2,5	0,368
	1,13	52,52	2,73	0,432
	1,31	51,51	2,9	0,49
	1,5	50,5	3,03	0,54
Синтанол -8	0,17	63,63	1,1	0,094
	0,34	60,6	1,8	0,12
	0,52	58,58	2,5	0,144
	0,69	56,56	3,35	0,17
	0,86	54,54	4,2	0,194
	1,03	52,52	4,9	0,22
	1,2	50,5	5,5	0,244
	1,37	48,48	5,3	0,27
Синтанол БВ	0,26	67,67	1,43	0,175
	0,51	64,64	2,35	0,195
	0,77	61,61	3,38	0,215
	1,03	58,58	4,3	0,235
	1,28	55,55	5,5	0,253
	1,54	52,52	6,4	0,275
	1,79	50,5	5,3	0,295
	2,05	48,48	3,2	0,315
Синтанол АЛМ-10	0,32	60,6	1,3	0,23
	0,65	57,57	2,1	0,285
	0,97	55,55	2,7	0,345
	1,29	53,53	3,38	0,4
	1,62	50,5	3,97	0,46
	1,94	48,48	3,68	0,515
	2,26	46,46	3,07	0,575
	2,59	45,55	2,5	0,635
Глюкопон 225	0,39	64,64	1,35	0,295
	0,79	61,61	2,45	0,34
	1,18	59,59	3,2	0,385
	1,58	57,57	3,95	0,425
	1,97	55,55	4,65	0,47
	2,37	53,53	5,2	0,515
	2,76	51,51	5,6	0,56
	3,16	49,49	6,1	0,61
Синтанол АЛМ-7 Глюкопон 225	0,2	62	0,6	0,11
	0,4	58	1	0,18
	0,59	55	1,3	0,25
	0,79	52	1,63	0,32
	0,99	50	1,94	0,39
	1,19	48	2,29	0,47
	1,39	46,46	2,68	0,54
	1,59	45,45	3,07	0,62

Обработкой изотермы адсорбции в линейных координатах уравнения Ленгмюра:

$$\frac{c}{a} = \frac{1}{ba_m} + \frac{c}{a_m}$$

рассчитали константу адсорбционного равновесия (рисунок 4.-5.), которая характеризует сродство адсорбата и адсорбента. Чем выше константа адсорбционного равновесия, тем лучше адсорбируется данное поверхностно-активное вещество на межфазной поверхности.

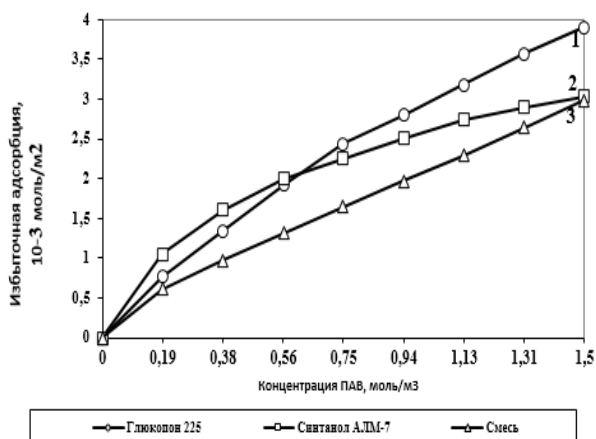


Рис.4. Изотермы адсорбции ПАВ.

Образование насыщенного мономолекулярного слоя ПАВ на поверхности соответствует предельному значению адсорбции ПАВ. Чем выше поверхностная активность вещества, тем эффективнее снижается поверхностное натяжение.

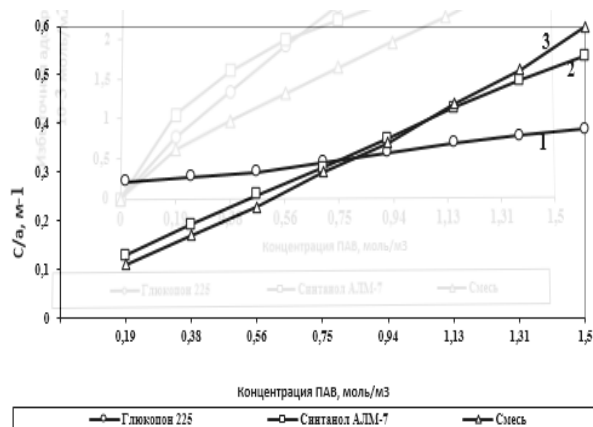


Рис. 5. Изотермы адсорбции ПАВ в линейных координатах уравнения Ленгмюра.

Исходя из приведенных данных, максимальной поверхностной активностью при значительной величине константы адсорбционного равновесия характеризуется Синтанол АЛМ-7 и его смесь с Глюкопоном 225 (таблица 2.).

Таблица 2.

Оценка адсорбционных свойств ПАВ.

Наименование ПАВ	Поверхностная активность $g, \text{Дж}\cdot\text{м}/\text{моль}$	Предельная адсорбция $a_m, \text{моль}/\text{м}^2$	Константа адсорбционного равновесия $b, \text{моль}/\text{м}^3$
Глюкопон 225	0,042	0,92	0,43
Синтанол БВ	0,023	12,8	0,50
Синтанол АЛМ-7	0,096	3,32	4,43
Синтанол АЛМ-8	0,066	4,06	3,52
Синтанол АЛМ-10	0,045	5,61	0,92
Синтанол АЛМ-7 Глюкопон 225	0,099	2,8	9,35

Моющее действие ПАВ можно охарактеризовать количеством удаленного в процессе мыловки красителя. С этой целью изучали кинетику десорбции незафиксированного активного красителя с ткани в промывную ванну (таблица 3).

Наибольшей степенью отмытки гидролизованного и незафиксированного красящего вещества при низкой температуре

(40°C) и минимальном времени обработки (табл. 3.) характеризуется Синтанол-8, что нельзя сказать о действии Глюкопона 225 и Неонола АФ 9/10 при тех же условиях. Значимую роль в процессе промывки играют тепловой и временной факторы. Увеличение времени обработки и повышение температуры промывного раствора значительно усиливает моющее действие Синтанола АЛМ-7 (рис. 6.).

Таблица 3.

Влияние ПАВ на десорбцию активного красителя в промывной раствор.

Наименование ПАВ	Температура обработки, °C	Концентрация десорбированного красителя в промывной раствор, г/л		
		15 сек.	60 сек.	120 сек.
Глюкопон 225	40	0,009	0,023	0,029
	60	0,019	0,03	0,031
	90	0,03	0,031	0,041
Синтанол БВ	40	0,019	0,031	0,05
	60	0,041	0,051	0,052
	90	0,051	0,053	0,055
<b>Синтанол АЛМ-7</b>	<b>40</b>	<b>0,03</b>	<b>0,061</b>	<b>0,065</b>
	<b>60</b>	<b>0,031</b>	<b>0,071</b>	<b>0,09</b>

	90	0,061	0,09	0,112
Синтанол -8	40	0,032	0,044	0,051
	60	0,039	0,051	0,053
	90	0,044	0,053	0,055
Синтанол АЛМ-10	40	0,029	0,042	0,045
	60	0,039	0,051	0,053
	90	0,05	0,053	0,051
Феноксол БВ	40	0,019	0,025	0,031
	60	0,023	0,031	0,038
	90	0,035	0,041	0,045
Сульфосид 61	40	0,032	0,041	0,041
	60	0,039	0,051	0,051
	90	0,042	0,053	0,053
Неонол АФ 9/10	40	0,018	0,035	0,039
	60	0,019	0,039	0,043
	90	0,035	0,041	0,049
Имидадь К	40	0,03	0,041	0,05
	60	0,041	0,053	0,058
	90	0,058	0,071	0,061

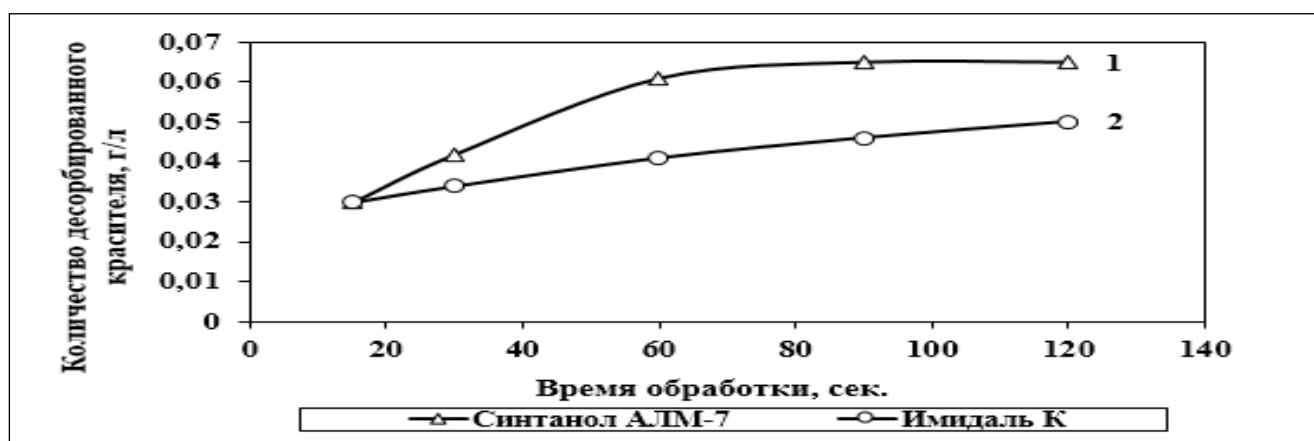


Рис.6. - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при 40°C.

С увеличением времени обработки текстильного материала резко возрастает количество десорбированного красителя в растворе при использовании любого из исследуемых ПАВ (рис. 6-7.).

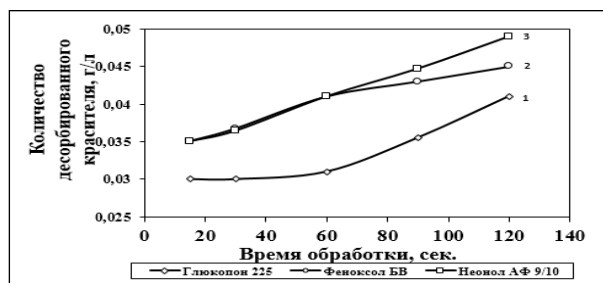


Рис.7. - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при 90°C.

При введении в промывной состав традиционно используемого на отделочных предприятиях текстильной отрасли Сульфосида 61 степень десорбции красителя с увеличением времени промывки с 15 до 120 секунд при 90°C возрастает в 1,3 раза (рисунок 8).

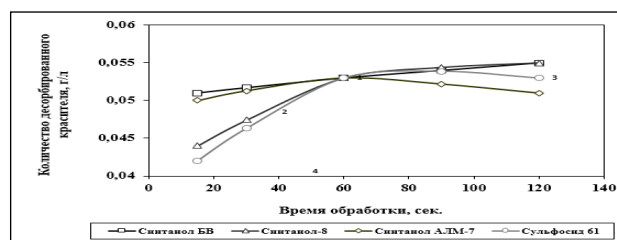


Рис.8. - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при 90°C.

Сравнение эффективности моющего действия Синтанолов с различной степенью оксиэтилирования показало, что Синтанол АЛМ-7 значительно эффективнее смывает незафиксированный и гидролизованный краситель с ткани. Высокая степень десорбции красителя с текстильного материала в раствор наблюдается при использовании Синтанола АЛМ-7 уже при температуре промывки 60°C и незначительно отличается от значения этого показателя при повышении температуры до 90°C (рисунок 7.-10.).

В Республике Таджикистан выпускается большое количество набивных хлопковых, шелковых и хлопкошелковых текстильных материалов, колорированных активными красителями.

В отделочном производстве при промывке напечатанных тканей наряду с процессом удаления загрязнений происходит нежелательное явление - вторичная сорбция (ресорбция) уже смытого загрязнения волокнистым материалом. Внешне ресорбция проявляется в закрашивании белого или светлого фона напечатанных тканей при их промывке после фиксации.

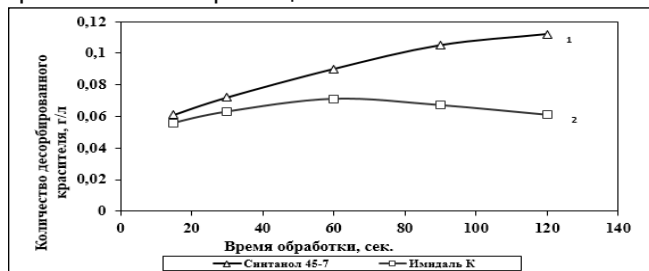


Рис.9. - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при 90<sup>0</sup>С.

Процесс ресорбции является неотделимой частью всего процесса промывки и протекает параллельно процессу десорбции. Поэтому в любой операции очистки текстильных материалов в равной степени является важным как первоначальное снятие с изделий загрязнений, так и предотвращение повторного их оседания. Для изучения процесса ресорбции красителя определяли степень загрязнения белого фона напечатанной ткани в присутствии изучаемых ПАВ.

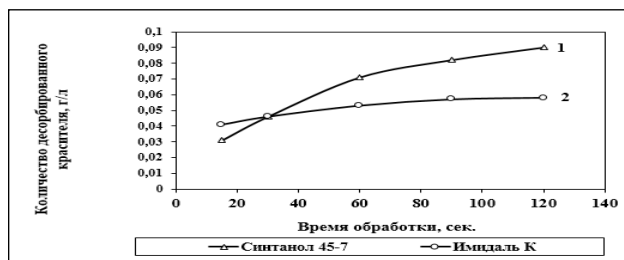


Рис.10. - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при 60<sup>0</sup>С.

**Полученные результаты**, представленные в виде графических зависимостей (рисунок 11.- 13.), позволяют разделить исследуемые препараты по эффективности ресорбционного действия на три группы.

Поверхностно-активные вещества, относящиеся к первой группе: Сульфосид 61, Феноксол БВ, Глюкопон 225 (рисунок11.), обуславливают интенсивность закрашивания

белого фона образца 3,6% при рабочей концентрации раствора 2г/л.

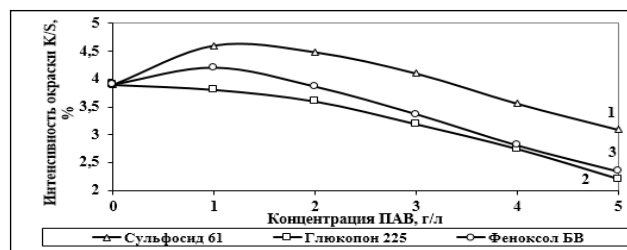


Рис. 11. - Влияние концентрации ПАВ на степень загрязнения белого фона образца.

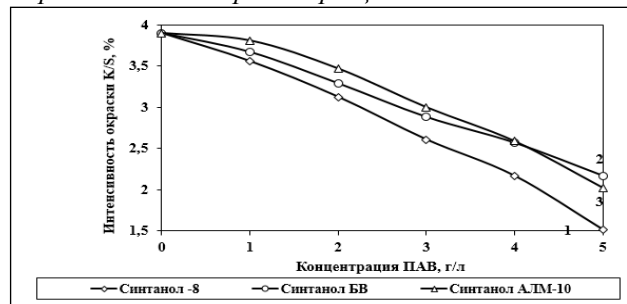


Рис.12. - Влияние концентрации ПАВ на степень загрязнения белого фона образца.

Интенсивность закрашивания белого фона образца при рабочей концентрации для второй группы ПАВ, включающей Синтанол АЛМ -10, синтанол БВ и Синтанол 8 (рисунок 12.), составляет 3,56%.

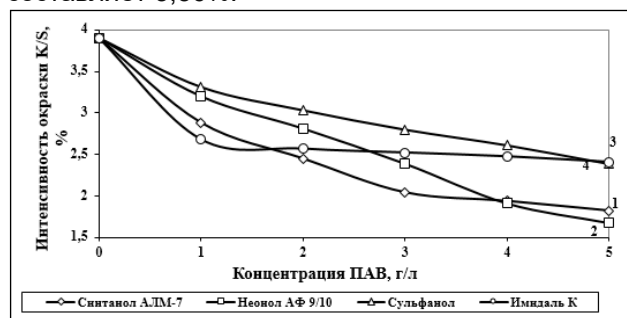


Рис. 13. Влияние концентрации ПАВ на степень загрязнения белого фона образца.

### Выводы:

Лучший антиресорбционный эффект обеспечивает применение Синтанола АЛМ-7, относящегося к третьей группе. При этом интенсивность окраски белого фона снижается по сравнению с традиционно используемым Сульфосидом 61 с 4,4% до 2,4% для Синтанола АЛМ-7.

Таким образом, за основу для составления промывного препарата выбираем Синтанол АЛМ-7.

### Литература:

1. Русанов А. И., Щёкин А. К. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. 2-е изд., доп. СПб.: Издательство «Лань». -2016.- 612 с.
2. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. Под науч. ред. Л. П. Зайченко. Справочник. СПб.: Издательство «Профессия», -2007.- 240 с.

3. Кротова, М.Н. Применение производных алкиламинов в процессах закрепления окрасок текстильных материалов, колорированных активными красителями / М.Н.Кротова, Е.Ю. Куваева, О.И. Одинцова, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 6. – С. 68 – 70.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Одинцова Ольга Ивановна	Одинцова Ольга Ивановна	Odintsova Olga Ivanovna
д.и.т., профессор	д.т.н., профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Донишгоҳи давлатии химия ва технологияи ш. Иванова	Ивановский государственный химико-технологический университет	Ivanovo State University of Chemical Technology
odolga@yandex.ru		
<a href="https://orcid.org/0000-0001-5002-2601">https://orcid.org/0000-0001-5002-2601</a>		
TJ	RU	EN
Яминзода Заррина Акрам	Яминзода Заррина Акрам	Yaminzoda Zarrina Akram
Н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи технологии Тоҷикистон	Технологический университет Таджикистана	Technological University of Tajikistan
zyaminova@inbox.ru		
<a href="https://orcid.org/0000-0003-4398-8103">https://orcid.org/0000-0003-4398-8103</a>		
TJ	RU	EN
Анушеровони Шовалихон	Анушеровони Шовалихон	Anushervoni Shovalikhon
Унвонҷӯ	Соискатель	Applicant
Донишгоҳи технологии Тоҷикистон	Технологический университет Таджикистана	Technological University of Tajikistan
anushervon.tj@mail.ru		

## АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН

О.У. Расулов<sup>1</sup>, Б.Ю. Каримов<sup>2</sup>, Ф.Б. Зоиров<sup>3</sup>, Ф.А. Халифаев<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>4</sup>Горный колледж имени Сороджон Юсупова

Исследования были направлены на выявление и сравнение химических свойств верхнего слоя почвы, путём анализа загрязненной почвы в конкретной области вокруг алюминиевого завода. Воздействие на окружающую среду алюминиевого завода в Таджикистане, были изучены путем определения уровня загрязнения почвы. Почвы промышленных регионов более чувствительны к переносу и накоплению антропогенных загрязнений. С использованием рентгенофлуоресцентного (XRF) спектроскопического анализа, было определено концентрация 9-и токсичных металлов в верхнем слое почвы (0–20, 20–40 см) промышленных зон. Результаты показали, что концентрация тяжелых металлов значительна в исследованном районе.

**Ключевые слова:** алюминиевая промышленность, тяжелые металлы, загрязнение почвы.

## ТАШХИСИ МЕТАЛҶОИ ВАЗНИН ҲАМЧУН ИФЛОСКУНАНДАҶОИ ХОК ДАР ШАРОИТИ МИНТАҚАИ ИФЛОСГАРДИДАИ ИСТЕҲСОЛӢ

О.У. Расулов, Б.Ю. Каримов, Ф.Б. Зоиров, Ф.А. Халифаев

Дар кори мазкур тадқиқот оид ба сифати хоки (таркиби химиявии он) минтақаи назди корхонаи истеҳсоли алюминий мавриди омӯзиш қарор дода шудааст. Таъсири корхонаи мазкур ба муҳити атроф бо муайян намудани дараҷаи ифлоскунандаҳо арзёби гардидааст. Хокҳои минтақаҳои саноатӣ ба интиқол ва ҷамъшавии ифлосшавии аз манбаҳои антропогенӣ хеле ҳассос мебошанд. Бо истифода аз усули Спектроскопии флуоресцентии рентгенӣ, концентратсияи 9 металли сахтаҷир дар қабати болоии хок (0–20, 20–40 см) минтақаи саноатӣ муайян карда шуд. Нағича нишон доданд, ки концентратсияи металлҳои вазнин дар минтақаи омӯхташуда назаррас мебошад.

**Калимаҳои калидӣ:** истеҳсоли алюминий, металлҳои вазнин, олудакунандаҳои хок.

## ANALYSIS OF SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS IN CONDITIONS OF STRONG POLLUTION OF INDUSTRIAL ZONES

*OU. Rasulov, B.Yu. Karimov, F.B. Zoirov, F.A. Khalifaev*

The research focused on identifying and comparing the chemical properties of the topsoil by analyzing contaminated soil in a specific area near aluminum smelter. The environmental impact of aluminum smelters in Tajikistan has been studied by determining the level of pollution. The soils of industrial regions are more sensitive to the transfer and accumulation of anthropogenic pollution. Using X-ray fluorescence (XRF) spectroscopic analysis, the concentration of 9 toxic metals in the upper soil layer (0–20, 20–40 cm) of industrial zone was determined. The results showed that the concentration of heavy metals is significant in the studied area.

**Keywords:** Aluminum production, heavy metals, soil pollution.

### Введение

За последние несколько десятилетий концентрация тяжелых металлов в некоторых почвах увеличилась из-за тяжелой индустриализации [1, 2, 3]. Любые металлы природного или искусственного происхождения считаются загрязнителями, когда они находятся в повышенной концентрации в неправильном месте. Деятельность человека часто приводит к перераспределению тяжелых металлов таким образом, что может вызвать неблагоприятные последствия. Некоторые металлы накапливаются в почве в концентрации, которые являются токсичными для жизни растений, которые могут впоследствии представлять опасность для здоровья домашних животных и людей. Накопление этих металлов в почве обусловлено рядом факторов, таких как выбросы из плавильных печей, металлообрабатывающая промышленность, химическое производство, промышленность и заброшенные участки добычи [4, 5].

Эта статья посвящена влиянию алюминиевой промышленности на

окружающую среду в Турсунзода в Таджикистане.

Основной целью этого исследования было изучение концентрации тяжелых металлов в почвах, собранных вокруг алюминиевого завода, упомянутого выше. Это исследование также оценивает уровень тяжелых металлов в верхнем слое почвы на основе фактора обогащения (EF), который может указывать на некое антропогенное загрязнение [6, 7]. Воздействие производства алюминия на окружающую среду зависит прежде всего от того, будет ли алюминиевый завод также производить глинозем, или импортируется ли он. В ТАЛКО глинозем импортируется из-за рубежа, но в ближайшее время планируется начать производство глинозема из собственного сырья.

**Материалы и методы.** Рядом с алюминиевым заводом в Таджикистане были выбраны участки мониторинга для отбора проб почвы и определение концентрации тяжелых металлов.

Образцы почвы были собраны из районов, которые были затронуты токсическим выбросом завода на расстоянии от источников выбросов в 0,4–9,6 км. ТАЛКО (Таджикская Алюминиевая

Компания) играет ведущую роль в Центральной Азии, производя приблизительно 100 000 тонн алюминий в год, который произвел огромные объемы промышленных отходов при производстве. Следовательно, концентрация загрязнения почвы, грунтовых вод и воздуха увеличилось. Расположение завода находится в западной части Гиссарской Долины, в 10 километрах от границы Республики Узбекистан. Этот исследованный участок имеет самый сухой климат из трех участков, с очень жарким сухим летом (в среднем + 32 ° С в июле) и влажной зимой (относительная влажность 65–70%, 120–200 мм) осадков в среднем) [10, 11].

Сбор образцов почвы проводился в 2015 году после вегетационного периода. Образцы верхнего слоя почвы были взяты с глубины 0-20 и 20-40 см на каждом участке. Инструменты отбора пробы был использован для сбора образцов равномерно по всему участку. Образцы были проанализированы в почвенной лаборатории. Во время подготовки почва была высушена на воздухе (20–40 ° С), гомогенизирована и пропущена через 2-мм металлическое сито для отделения больших объектов. Чтобы обеспечить правильные измерения, образцы были подготовлены следуя дроблению, измельчению до более мелкого и рыхлого порошка и его равномерному распределению на полиэтиленовых листах, обеспечивая разделение, чтобы исключить возможность загрязнения от любых внешних источников. Каждый образец был тщательно и однородно подготовлен в виде таблеток с гладкой поверхностью и одинаковой плотностью. Это было достигнуто путем измельчения рыхлых порошкообразных образцов (75 мкм) с целью дальнейшего уменьшения размеры частиц примерно до 60 мкм или менее. Полученную смесь (образец и связующий материал), имеющие общую массу 4,9 г, которые помещали в деформируемые алюминиевые банки (размольные стаканы с завинчивающейся крышкой) для тщательного измельчения и гомогенизации с помощью RETSCH Mixer Mills (MM 301). Используя гидравлический пресс SPECAC (макс. Предел: 15 000 кг) каждый измельченный образец вручную прессовали в таблетки с одинаковым диаметром ( $\varnothing = 32$  мм) и толщиной ( $\delta = 3$  мм), и помещали в чашку XRF для анализа.

Степень загрязнения почвы была оценена с использованием коэффициента обогащения (EF). EF - хороший инструмент для определения является ли источник металла антропогенным или природным.

Для расчета EF использовалось следующее уравнение:

$$EF = \frac{X_{(sediment)}}{Al_{(sediment)}} \div \frac{X_{(crust)}}{Al_{(crust)}}$$

где  $\frac{X}{Al}$  - отношение тяжелого металла (X) к Al.

Значения EF были интерпретированы, как предположено BIRTH et al. (2003) [6] для металлов, изученных относительно коры средней [7].

EF <1 означает отсутствие обогащения,

EF <3 - незначительное обогащение,

EF = 3–5 – умеренное обогащение,

EF = 5–10 - умеренно тяжелое обогащение,

EF = 10–25 - серьезное обогащение,

EF = 25–50 – очень сильное обогащение,

EF > 50 - чрезвычайно серьезное обогащение.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием STATISTICA 10 (ANOVA) и программа R для проверки различий, между двумя или более средних значения. Использовалась корреляция Пирсона, чтобы определить, были ли общий источник и связь между микроэлементами.

**Результаты и обсуждение:** Литогенное (геогенное) происхождение токсичных металлов характерно для минеральных почв из-за геологических условий.

Педогенное загрязнение от антропогенного воздействия в основном оказывает влияние на содержание природных элементов, которые должны учитываться при достоверности оценки. Подвижность тяжелых металлов зависит от pH почвы. Количество pH был 6,5–8,2 на участке исследования, что означает, что подвижность токсичных элементов низкая. Большинство элементов мобилизован при кислотном pH (5–6), поэтому для нейтральных или щелочных элементов характерны низкие накопления исследованных почв.

Таблица 1 показывает среднее значение, стандартное отклонение (SD), стандартные ошибки (Std. Err), предельно допустимая концентрация (TLV), коэффициенты обогащения (EF), а также минимальные и максимальные концентрации тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Cr и Al) в почвах изученной территории в Таджикистане.

По количеству суммарного накопления токсичных металлов в образцах можно представить следующий порядок  $Al > Fe > Co > Cr > Ni > Zn > Cu > Pb > Cd$  вокруг ТАЛКО. Концентрации Cd, Ni, Co и Cr, обнаруженные в исследованных районах, были на уровне выше чем ПДК.

Высокие значения EF для Cd, Co и Pb были обнаружены в образцах почвы, которые получили огромное количество металлических разрядов, в основном из алюминиевого завода. Значения EF для Cd были чрезвычайно высокими, что указывает на высокую степень загрязнения Cd. Co был второй по величине значения EF (табл. 1) среди изученных металлов. Zn, Cu и Cr продемонстрировали

Таблица 1.

Сводные результаты описательного статистического анализа отдельных концентраций тяжелых металлов по сравнению с их ПДК и ОФ [n = 20].

Тяжелые металлы	Мин. (mg kg <sup>-1</sup> )	Макс. (mg kg <sup>-1</sup> )	Стан. Отк. (σ)	Стан. Ошиб.	Сред. Знач. (mg kg <sup>-1</sup> )	ПДК (mg kg <sup>-1</sup> )	Диапазоны коэффициента обогащения (EF)
Cd	20.22	28.54	2.011	0.44	22.89	1 <sup>b</sup>	11.7-296.4
Pb	8.13	28.68	1.472	0.32	16.36	30 <sup>b</sup>	0.1-3.3
Zn	34.14	89.25	15.095	3.31	51.74	110 <sup>b</sup>	0-1.2
Cu	44.15	56.24	3.260	0.72	48.06	33 <sup>b</sup>	0.1-2.4
Ni	106.08	166.99	13.627	3.04	115.8	40 <sup>b</sup>	0.2-4
Co	89.86	243.29	54.031	6.93	217.1	5 <sup>b</sup>	0.3-21.9
Fe	465.3	32992	7720	1452	24355	-	-
Cr	92.08	183.46	20.24	4.52	136.16	6 <sup>b</sup>	0.2-3
Al	3536	100351	24785	4592	14023	--	--

Мин = Минимальное значение концентрации;

Макс = максимальное значение концентрации;

ПДК = Предельно допустимая концентрация;

Стан. Отк. = стандартное отклонение;

Стан. Ошиб. = Стандартная ошибка;

EF = Коэффициент обогащения.

\*Алюминиевые заводы

<sup>b</sup>Максимально допустимые концентрации химических веществ в почвах. Госкомитет СССР по природе, №02-2333 от 10.12.90. Доступно по адресу: [http://www.gidrogel.ru/ecol/hv\\_met.htm#table2](http://www.gidrogel.ru/ecol/hv_met.htm#table2)

Средние значения концентраций тяжелых металлов в бокплоте (Boxplot) показано на рисунке 1.

Более того, результаты этого исследования согласуются с другими исследованиями, где почвы, которые были собраны вокруг алюминиевого завода показали значения превышающие рекомендованные ВОЗ пределы [9].

Кроме того, корреляция между элементами была рассчитана для определения их связи и источников загрязнения в исследуемом районе. Результаты корреляционной матрицы можно увидеть на рисунке 2.

Корреляции между металлами были очень слабыми, но были отмечены некоторые положительные корреляции для некоторых из

самые низкие значения EF среди изученных металлов в исследованной области.

Концентрации микроэлементов, зарегистрированные вокруг алюминиевого завода, показали значения, которые были выше рекомендованного предела, установленного для следов металлов в почвах [8].

микроэлементов, таких как Cd, Pb и Zn, в этих изученных областях.

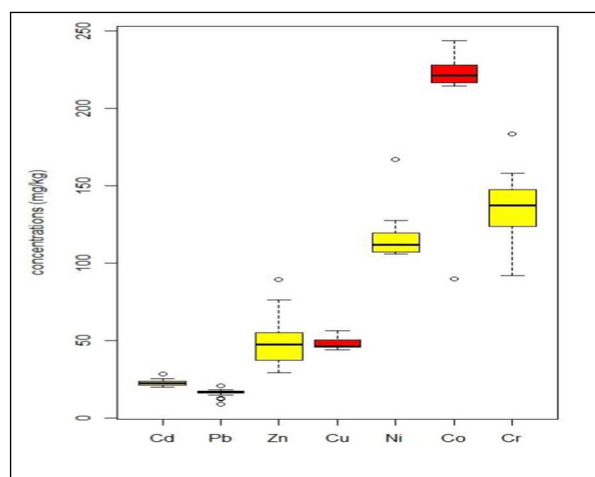


Рис. 1. Средние значения концентраций Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co и Cr в отобранных пробах почвы.

Исходя из результатов, нельзя четко подтвердить, что верхний слой более загрязнен, чем нижний слой. В основном на глубине 0-20 см несколько образцов содержали некоторые тяжелые металлы, которые превышали предельно допустимую концентрацию, но токсичный металл также накапливает содержание непогашенных элементов в этом случае.

Это высокий тяжелый металл содержание в почве которого, вероятно, связано с атмосферным осаждением и другими



факторами, такими как географическое положение и климат, а также мощность завода.

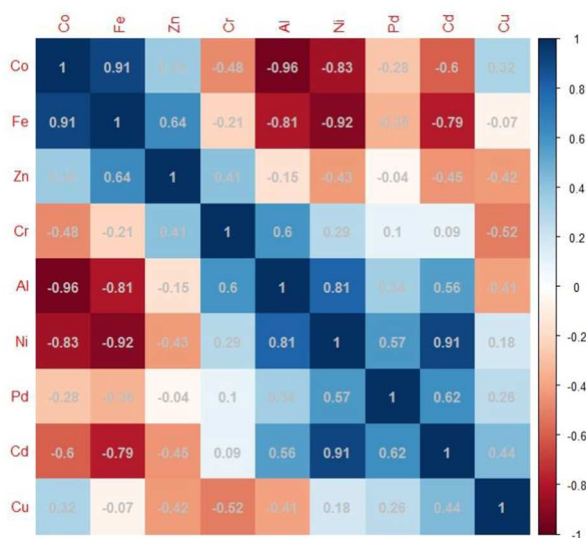


Рис. 2. Матрица коэффициента корреляции металлов в почве.

Кроме того, это первый раз, когда были проведены такого рода исследования в этой области (в Таджикистане) и авторы не располагают всей информацией о прошлом управлении этими почвами и связанные с ними тяжелыми металлами, поэтому это

исследование предполагает, что в этой области требуются дополнительные исследования.

**Выводы.** Результаты настоящего исследования показали, что концентрация тяжелых металлов значительна в исследуемом участке, превышающие пороговые предельные значения. Эти аномальные концентрации являются результатом антропогенной деятельности, в основном производства алюминия. Тем не менее, высокие концентрации тяжелых металлов были обнаружены даже в жилых районах, поэтому существует высокий шанс переноса загрязняющих веществ и других отраслей промышленности, расположенных вблизи алюминиевого завода. Что касается этих результатов, можно сделать вывод, что алюминиевая промышленность является одним из источников загрязнения окружающей среды, а почвы вокруг этих заводов отличаются высокой концентрацией тяжелых металлов. Кроме того, информация относительно прошлого управления почвой в Таджикистане и о связанных с этим поступлениях тяжелых металлов не было известно. Таким образом, это исследование предлагает больше исследований в этой области.

**Литература:**

- Chopra, A.K., Pathak, C., Prasad, G., 2009. Scenario of heavy metal contamination in agricultural soil and its management. J. Appl. Nat. Sci. 1, 99–108.
- Arao, T., Ishikawa, S., Murakami, M., Abe, K., Maejima, Y., Makino, T., 2010. Heavy metal contamination of agricultural soil and countermeasures in Japan. Paddy Water Environ. 8, 247–257. doi:10.1007/s10333-010-0205-7
- Costa, M., Klein, C.B., 2006. Toxicity and carcinogenicity of chromium compounds in humans. Critical Reviews in Toxicology. 36, 155-163. http://dx.doi.org/10.1080/10408440500534032
- Hu, Y., Liu, X., Bai, J., Shih, K., Zeng, E.Y., Cheng, H., 2013. Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization. Environ. Sci. Pollut. Res. 20, 6150–6159. doi:10.1007/s11356-013-1668-z
- Tóth, G., Hermann, T., Da Silva, M.R., Montanarella, L., 2016. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. Environ. Int. 88, 299–309. doi:10.1016/j.envint.2015.12.017
- G. Birth, “A Scheme for Assessing Human Impacts on Coastal Aquatic Environments Using Sediments,” In: C. D. Woodcoffe and R. A. Furness, Eds., Coastal GIS, Wollongong University Papers in Center for Maritime Policy, Australia, 2003.
- Taylor, S.R., 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. Geochim. Cosmochim. Acta 28, 1273–1285. doi:10.1016/0016-7037(64)90129-2
- Maximum allowable concentrations of chemical substances in soils, USSR State Committee for Nature, No 02-2333 from 10.12.90. available at: http://www.gidrogel.ru/ecol/hv\_met.htm#table2
- World Health Organisation, 2007. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. Jt. WHO I Conv. Task Force Heal. Asp. Air Pollut. 2–144. doi:10.1002/em
- Tajik Soviet Encyclopedia 1986. Dushanbe: Izd. Irfon, vol. 7.
- Wyszkowska, J., Wieczorek, K., Kucharski, J., 2016. Resistance of arylsulfatase to contamination of soil by heavy metals. Polish J. Environ. Stud. 25, 365–375. doi:10.15244/pjoes/60417

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Расулов Оқил Умарқулович	Расулов Оқил Умарқулович	Rasulov Oqil Umarqulovich
Доктор PhD., дотсент	Доктор PhD., доцент	Doctor PhD., associate professor

ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:ogil.rasulov@gmail.com">ogil.rasulov@gmail.com</a>		
0000-0003-2057-7846		
TJ	RU	EN
Каримов Бекзод Йулдошевич	Каримов Бекзод Йулдошевич	Karimov Bekzod Yuldoshevich
Ассистент	Ассистент	Assestent
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:behzod55@gmail.com">behzod55@gmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Зоиров Фирӯз Бахронович	Зоиров Фируз Бахронович	Zoirov Firuz Bahronovich
н.и.т., Муаллими калон	к.т.н. старший преподаватель	CSc., Junior teacher
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:firuz6969@mail.ru">firuz6969@mail.ru</a>		

## ТИОСУЛЬФАТНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА

Х.И. Холов<sup>1</sup>, Н.Т. Шарифбоев<sup>2</sup>, И.Н. Ганиев<sup>3,7</sup>, Ш.Р. Самихов<sup>4</sup>, Ш.Р. Джуракулов<sup>5</sup>, М.С. Зарифова<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий при НАНТ»

<sup>2</sup>Горно-металлургический институт Таджикистана

<sup>3,4,5,6</sup>Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана

<sup>7</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Выщелачивание золота тиосульфатом является многообещающей альтернативой цианированию, недостатками которой являются высокое потребление тиосульфата и сложность извлечения растворенного золота, создающее препятствие для его широкого коммерческого применения. В представленном обзоре приведена информация о расходе, способах разложения, электрохимико-каталитическом механизме выщелачивания тиосульфата и влияния сопутствующих минералов на процесс, недостаток и преимущества метода.

**Ключевые слова:** золото; выщелачивание; тиосульфатный процесс; разложение; механизм выщелачивания; преимущества и недостатки.

### ИШҚОРРОНИИ ТИЛЛО БО ТИОСУЛФАТ

Х.И. Холов, Н.Т. Шарифбоев, И.Н. Ганиев, Ш.Р. Самихов, Ш.Р. Чуракулов, М.С. Зарифова

Ишқоррони тилло бо тиосульфат як раванди умедбахши алтернативӣ ба ҷои сианизатсия гуфтан ҷоиз аст. Дар вобастагӣ ин усул якчанд норасой низ дорад: истифодаи зиёди тиосульфат, ҷудокунии душвори тилло аз маҳлул ва истифодаи васеи тичоратӣ. Дар мақолаи мазкур дар бораи хароҷот, роҳҳои омехтакунии, механизми электрохимиявӣ – каталикии ишқоррони тиосульфатӣ ва таъсири минералҳои ҳамроҳ дар раванд, норасой ва бартариҳои усул маълумот оварда шудааст.

**Калимаҳои асосӣ:** тилло; ишқорронӣ; раванди тиосульфатӣ; таназзул; механизми ишқорронӣ; афзалиятҳо ва нуқсонҳои усул.

### THIOSULFATE LEACHING OF GOLD

H.I. Kholov, N.T. Sharifboyev, I.N. Ganiev, Sh.R. Samikhov, Sh.R. Dzhurakulov, M.S. Zarifova

Gold leaching with thiosulfate is a promising alternative to cyanidation, the disadvantages of which are the high consumption of thiosulfate and the difficulty in recovering dissolved gold, which hinders its widespread commercial use. This review provides information on the flow rate, decomposition methods, the electrochemical-catalytic mechanism of thiosulfate leaching and the effect of accompanying minerals on the process, the disadvantages and advantages of the method.

**Key words:** gold; leaching; thiosulfate process; decomposition; leaching mechanism; advantages and disadvantages.

#### Введение

Цианирование было преобладающим методом выщелачивания золота с тех пор, как оно было впервые предложено Джоном Стюартом Макартуром в 1880-х годах из-за несложности процесса и низкой стоимости. Однако, к сожалению, цианид очень токсичен и во всем мире произошло несколько серьезных экологических аварий, вызванных утечкой цианида с металлургических заводов [1, с.576]. Из-за экологических проблем выщелачивание цианида в настоящее время запрещено во многих регионах. Кроме того, период выщелачивания цианированием обычно составляет 24 часа [2, с.56], и золото не может быть эффективно выщелочено из упорных золотых руд. Таким образом, в последние годы все больше внимания уделяется альтернативным выщелачивателям золота. Среди этих выщелачивающих средств наибольшее внимание привлекли хлорид, тиомочевина и тиосульфат. Развитию хлоридного выщелачивания препятствуют, в основном, опасная рабочая среда, плохая селективность реакций и высокие требования к защите оборудования от коррозии [3, с.59]. Будущее выщелачивания тиомочевинной не является привлекательным, поскольку потребление и цена тиомочевины высоки, и,

кроме того, она является предполагаемым канцерогеном. Выщелачивание тиосульфатом широко рассматривается как наиболее многообещающий альтернативный метод из-за его более низкого риска для окружающей среды, высокой селективности реакции, низкой коррозионной активности выщелачивающего раствора, дешевых реагентов и т.д. [4, с. 237].

Выщелачивание тиосульфатом было впервые предложено, как часть процесса Von Patera [5, с.135], где выщелачивание проводилось после хлорированного обжига. На начальной стадии выщелачивания тиосульфатом требовалась высокая температура и давление, пока не было проведено усовершенствование путем использования раствора тиосульфата аммиака для выщелачивания медьсодержащих сульфидных руд при температуре окружающей среды. С тех пор исследования выщелачивания тиосульфатом, катализируемого медно-аммиачным катализатором при комнатной температуре, стали преобладать. До сих пор в этой области было опубликовано большое количество литературы о влиянии типов руды и условий реакций. Однако успешного коммерческого применения тиосульфатного выщелачивания практически не существует, за исключением того, что он используется компанией Barrick Gold Corporation (Элко,

Невада, США) на своем месторождении Голдстрайк с предварительной обработкой кислотным или щелочным окислением под давлением [6, с.4]. Углеродистая золотая руда на месторождении Голдстрайк не может быть эффективно выщелочена цианированием из-за явления “preg-robbing” (прег-грабинга), однако это явление не происходит при выщелачивании тиосульфата из-за очень слабого сродства углеродистого вещества к тиосульфатному комплексу золота. Это также приводит к проблеме, заключающейся в том, что растворенное золото в растворе тиосульфата, не может быть эффективно извлечено путем адсорбции активированным углем, который является доминирующим методом, используемым для насыщенного раствора цианида. Растворенное золото на месторождении Голдстрайк извлекается с помощью процесса выщелачивания смолы, а загруженная смола элюируется сложным двухступенчатым процессом. Согласно литературным данным [7, с.2], потребление тиосульфата в различных исследованиях обычно превышает 25 кг/т руды во время выщелачивания, и растворенное золото не может быть эффективно извлечено простыми методами адсорбции и цементации активированным углем, которые широко используются в цианировании из-за этого снижают коммерческую конкурентоспособность выщелачивания тиосульфатом. Таким образом, промышленное применение этого альтернативного метода до сих пор остается редкостью.

Электрохимико-каталитический механизм выщелачивания тиосульфатом: Полная реакция тиосульфатного выщелачивания чистого золота указана в уравнении (1), и все значения стандартной свободной энергии Гиббса для уравнений (1) - (13) были рассчитаны на основе термодинамических данных в литературе [8, с. 23]. Суть этой реакции - электрохимический процесс, состоящий из окисления золота на аноде и восстановления кислорода на катоде. Фактически реакция протекает очень медленно без присутствия Cu (II) и аммиака, а скорость выщелачивания золота с их катализаторами увеличивается в 18-20 раз. Электрохимико-каталитический механизм тиосульфатного

выщелачивания золотой фольги описан на рисунке 1. В анодных областях  $\text{NH}_3$  перемещается к поверхности золота и образует комплекс с  $\text{Au}^+$ , образуя комплекс  $[\text{Au}(\text{NH}_3)_2]^+$ . Затем  $\text{NH}_3$  замещается на  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  и, таким образом, образуется более стабильный комплекс  $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ . Таким образом,  $\text{NH}_3$  может не только стабилизировать  $\text{Cu}^{2+}$  в щелочной среде, образуя  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , но также катализирует сложную реакцию между  $\text{Au}^+$  и  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ . Эти анодные реакции показаны уравнениями (2) - (4). В катодных областях  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  восстанавливается до  $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$ , а вновь образованный  $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$  быстро окисляется обратно до  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  растворенным кислородом в растворе. Таким образом,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  катализирует реакцию восстановления кислорода. Эти катодные реакции обозначены уравнениями (5) и (6).

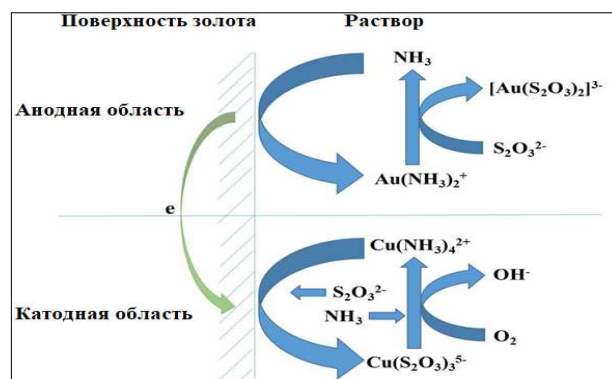
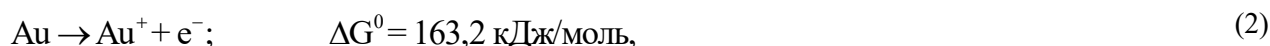
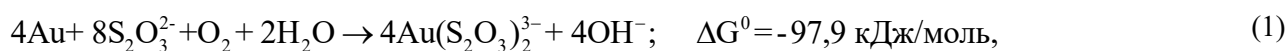
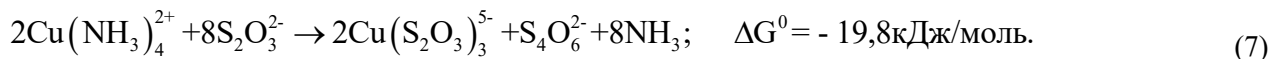


Рис. 1. Схематическая карта электрохимико-каталитического механизма выщелачивания тиосульфата.

Стоит отметить, что  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  в качестве катализатора значительно ускоряет растворение золота, но также заметно ускоряет разложение тиосульфата из-за его относительно сильной окислительной способности [9, с.72]. Как показано в уравнении (7),  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  может быть легко окислен до  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  с помощью  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , в то время как сам  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  восстанавливается до  $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$ . Как упоминалось выше  $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$  также будет быстро окисляться обратно в  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  кислородом. Таким образом,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  не только катализирует восстановление кислорода, но также катализирует окисление тиосульфата.





**Способ разложения тиосульфата:**

Тиосульфат является метастабильным в растворе тиосульфата аммиака и имеет тенденцию разлагаться на некоторые промежуточные продукты, такие как  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{S}_3\text{O}_6^{2-}$  и  $\text{SO}_3^{2-}$ , из-за его окисляемости, а конечным продуктом окисления является  $\text{SO}_4^{2-}$ . Упрощенный путь разложения  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  показан на рисунке 2, а соответствующие реакции перечислены как уравнения (8) - (11). Уравнение (8) фактически представляет собой полную химическую реакцию уравнений (6) и (7). Согласно литературным данным [10, с.7],  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  окисляется до  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  с помощью  $\text{Cu}(\text{II})$  с образованием смешанного лигандного комплекса  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{S}_2\text{O}_3$ , и процесс окисления показан на рисунке 3.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  может изменить координацию сферы  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  через

комплексообразование с центральным ионом меди в его аксиальном координационном центре, тогда  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  легко получает электрон от  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  и восстанавливается, в то время как  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  окисляется. Тиосульфат также может саморазлагаться или восстанавливаться до  $\text{S}^0$ ,  $\text{S}^{2-}$  и  $\text{SO}_3^{2-}$ , как показано уравнениями (12) и (13). Элементарная сера и сульфид, образующиеся в результате этих реакций, откладываются на поверхности золота и пассивируют его растворение. Кроме того, полиотионаты, образующиеся при разложении тиосульфата, могут повторно улавливать золототиосульфат  $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  из ионообменных смол и, таким образом, препятствовать извлечению золота путем адсорбции смолы. Таким образом, разложение тиосульфата не только приводит к расходу реагентов, но также препятствует выщелачиванию и извлечению золота.

$4\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 4\text{OH}^-; \quad \Delta G^0 = -106,7 \text{ кДж/моль},$	(8)
$4\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 6\text{OH}^- \rightarrow 5\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{S}_3\text{O}_6^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}; \quad \Delta G^0 = -183,4 \text{ кДж/моль},$	(9)
$2\text{S}_3\text{O}_6^{2-} + 6\text{OH}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}; \quad \Delta G^0 = -330,2 \text{ кДж/моль},$	(10)
$2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}; \quad \Delta G^0 = -516,4 \text{ кДж/моль},$	(11)
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{S}; \quad \Delta G^0 = 45,7 \text{ кДж/моль},$	(12)
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2e \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{S}^{2-}; \quad \Delta G^0 = 137,6 \text{ кДж/моль}.$	(13)

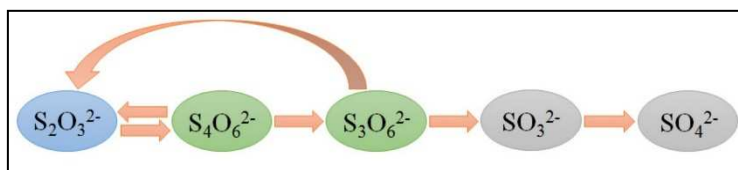


Рис. 2. Упрощенный способ разложения тиосульфата.

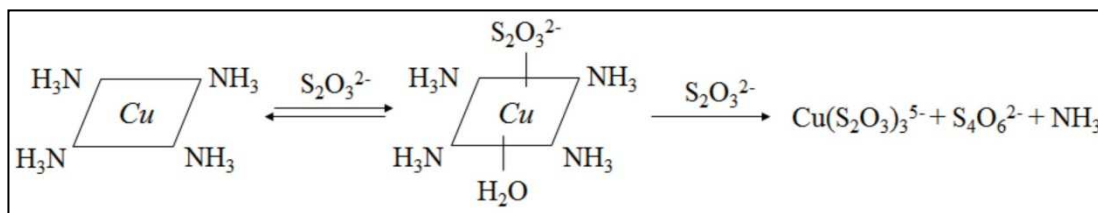


Рис. 3. Окисление тиосульфата  $\text{Cu}(\text{II})$  с образованием  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{S}_2\text{O}_3$ .

**Влияние сопутствующих минералов:**

Показано, что связанные минералы, такие как пирит и гематит, могут катализировать

разложение тиосульфата [11, с.126]. Путем сравнения четырех обычных сульфидных минералов Фен и Ван Девентер [12, с.134]

пришли к выводу, что каталитический эффект пирита на разложение тиосульфата сильнее, чем у арсенопирита, пирротина и халькопирита. Су и Счунен [13, с.10] объяснили этот эффект пирита его зонной структурой. Как показано на рисунке 4, разделяя окисление тиосульфата, катализируемое пиритом, на несколько стадий. Сначала тиосульфат абсорбируется поверхностью пирита из-за его сильного сродства к  $S_2O_3^{2-}$ . После адсорбции электроны перемещаются от тиосульфата к поверхности, а затем переносятся из анодной области в катодную через зону проводимости минералов. Наконец, кислород легко получает электроны из катодной области поверхности минерала. В присутствии комплекса  $Cu(II)$ -аммин он будет преимущественно приобретать электрон, поскольку его диффузионная способность в растворе выше, чем у кислорода. Из этого рисунка легко понять, что пирит катализирует окисление тиосульфата, обеспечивая «мостик» для переноса электронов. Кроме того, Чен [13, с.12] также обнаружил, что присутствие пирита, пирротина, халькопирита, арсенопирита, халькоцита, борнита и галенита оказывает значительное пагубное воздействие как на разложение тиосульфата, так и на выщелачивание золота.

Су и др. [14, с.44] обнаружили, что все изученные сульфидные минералы могут в разной степени ускорять расход тиосульфата и препятствовать растворению золота. Скорость потребления тиосульфата в присутствии сульфидных минералов следовала в порядке убывания пирит > арсенопирит > халькопирит > галенит > сфалерит, а скорости растворения золота были в последовательности сфалерит > арсенопирит > пирит > галенит > халькопирит. Доминирующие причины этих двух пагубных эффектов сульфидных минералов были выведены отдельно с помощью анализа пограничной орбитальной энергии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС), которые являются катализаторами этих минералов при разложении тиосульфата и пассивации поверхности золота. Из вышесказанного можно сделать вывод, что некоторые связанные минералы могут катализировать окисление тиосульфата и, таким образом, ускорять его потребление. Минералы также препятствуют выщелачиванию золота из-за накопления, пассивирующих веществ, возникающих в результате разложения тиосульфата на поверхности золота.

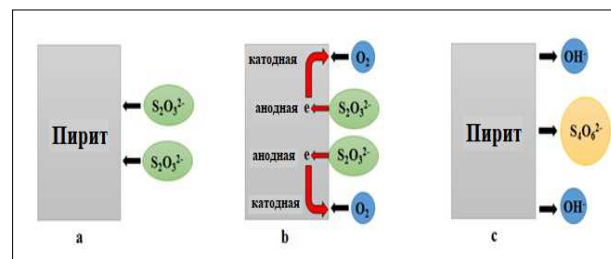


Рис. 4. Ступенчатое окисление тиосульфата, катализируемое пиритом: (а) адсорбция тиосульфата; (б) перенос электронов; в) образование продуктов реакции.

**Меры по снижению потребления тиосульфата:** Благоприятные условия реакции важны для контроля потребления тиосульфата и ускорения растворения золота [1, с.578]. Хотя растворение золота, очевидно, усиливается высокой концентрацией  $Cu(II)$ , потребление тиосульфата в результате его окисления  $Cu(II)$ , также заметно увеличивается. Лю и др. [15, с.157] предположили, что аммиак в высокой концентрации снижает разложение тиосульфата, но также препятствует растворению золота, поскольку он может стабилизировать  $Cu(II)$  и снижать его окислительную способность. Концентрированные растворы тиосульфата, чрезмерное количество растворенного кислорода и высокая температура - все это вызывает высокое потребление тиосульфата, но разбавленные растворы тиосульфата, низкая концентрация кислорода (например, анаэробные условия) и низкая температура делают растворение золота очень медленным. Кроме того, концентрации реагентов и pH раствора, также должны поддерживаться в соответствующем диапазоне. Моллеман и Драйзингер [16, с.1] предположили, что диапазон pH 9–10, является предпочтительным для одновременной стабилизации тиосульфата и аммиачного комплекса меди. Более того, соотношение концентраций  $Cu(II)$  к  $Cu(I)$  также является критическим фактором, как для потребления тиосульфата, так и для растворения золота, поскольку это соотношение определяет окислительный потенциал выщелачивающего раствора. Кислород играет важную роль в изменении соотношения, окисляя  $Cu(I)$  до  $Cu(II)$ . Кроме того, соотношение концентраций тиосульфата и аммиака должно поддерживаться в диапазоне 0,5–1,0, чтобы обеспечить регенерацию  $Cu(II)$ , поскольку  $S_2O_3^{2-}$  и  $NH_3$  по отдельности являются доминирующими лигандами  $Cu(I)$  и  $Cu(II)$  в растворе тиосульфата аммиака.

Большинство вышеупомянутых условий реакции постоянно меняются во время выщелачивания, поэтому очень сложно точно контролировать каждое из них. Однако использование относительно низких концентраций реагентов при ограниченном поступлении кислорода является относительно

простым методом снижения потребления тиосульфата. Фенг и др. [11, с.127] продемонстрировали, что удовлетворительное растворение золота за счет концентрации окисленного сульфидного золота под давлением и незначительное потребление тиосульфата может быть достигнуто с низкими концентрациями аммиака (0,2 М), тиосульфата (0,2 М) и Cu (II) (1,6 мМ) при непрерывной аэрации (0,2 л/мин воздуха). Согласно литературным данным [5, с.137; 7, с.18], потенциал смешанной пульпы, определяемый окислительно-восстановительным равновесным потенциалом Cu (II) / Cu (I), является ключевым фактором для выщелачивания тиосульфата, и существует подходящий диапазон смешанного потенциала как высокого коэффициента для выщелачивания золота, так и приемлемого расхода тиосульфата.

Согласно приведенному выше анализу, концентрации тиосульфата, аммиака и растворенного кислорода могут сильно влиять на соотношение Cu (II) / Cu (I) и, таким образом, изменять смешанный потенциал. Некоторые сопутствующие минералы также имеют очевидное влияние на потенциал, потому что они, очевидно, будут окисляться и в значительной степени потреблять Cu (II) в растворе тиосульфата аммиака, и, кроме того, межфазный потенциал минеральных частиц также является важным ингредиентом смешанного потенциала реальной суспензии. Для каждого типа руды потенциал смешанной пульпы должен иметь возможность регулироваться в соответствующем диапазоне, главным образом, путем изменения концентрации тиосульфата, меди, аммиака и растворенного кислорода. Таким образом, регулирование потенциала смешанной пульпы, вероятно, будет эффективным средством улучшения выщелачивания тиосульфата.

### Выводы

Выщелачивание тиосульфатом является многообещающей альтернативой цианированию. Хотя за последние несколько десятилетий было проведено большое количество исследований по выщелачиванию золота тиосульфатом, его успешных

коммерческих применений не особо много. Основные причины и преимущества этого способа заключаются в следующем: причины – большое потребление тиосульфата, так как сам тиосульфат является метастабильным и легко окисляется, который является катализатором выщелачивания золота, и, кроме того, некоторые связанные минералы могут ускорять окисление; извлечение растворенного золота в насыщенном выщелачивающем растворе затруднено из-за низкого сродства активированного угля к  $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$ , сложного состава раствора и влияния  $[Cu(S_2O_3)_3]^{5-}$ .

Преимущества – как и цианирование, выщелачивание тиосульфатом представляет собой щелочной процесс (обычно работает в диапазоне pH от 8 до 10), поэтому нет проблем с коррозией и материалами используемыми в строительстве и этот процесс можно применять к отвалам или к резервуарам с мешалкой; выщелачивание тиосульфатом дает такое же извлечение золота, как и цианирование, в некоторых случаях, в то время как прегрибирующие руды (природный углеродистый материал), который предпочтительно поглощает комплекс цианида золота, но не комплекс тиосульфата золота), извлечение может быть значительно лучше, чем у цианида; выщелачивание золотых руд тиосульфатом имеет большой потенциал для снижения воздействия на окружающую среду по сравнению с процессом цианирования. В отличие от цианида, который является высокотоксичным, химические вещества, используемые в процессе выщелачивания тиосульфатом, являются безвредными, и существует большой потенциал для применения технологии в тех юрисдикциях мира, где использование цианида полностью запрещено или подвергается интенсивной негативной огласке по экологическим причинам. Основными химическими компонентами процесса выщелачивания (тиосульфат аммония и сульфат аммония) являются обычными удобрениями, что открывает дополнительную возможность использования растворов хвостохранилища в сельском хозяйстве в регионах мира, где местная инфраструктура и экологические нормы благоприятны.

### Литература:

1. Muir D.M. A review of the selective leaching of gold from oxidised copper-gold ores with ammonia-cyanide and new insights for plant control and operation / D.M. Muir // Miner. Eng. 2011, 24, 576-582.
2. Hasab M.G. Chloride-hypochlorite leaching and hydrochloric acid washing in multi-stages for extraction of gold from a refractory concentrate. / M.G. Hasab, F. Rashchi, S. Raygan // Hydrometallurgy. - 2014, 142, 56-59.
3. Hasab M.G. Chloride-hypochlorite leaching of gold from a mechanically activated refractory sulfide concentrate / M.G. Hasab, S. Raygan, F. Rashchi // Hydrometallurgy. - 2013, 138, 59-64.
4. Öncel M.S. Leaching of silver from solid waste using ultrasound assisted thiourea method / M.S. Öncel, M. Ince, M. Bayramoglu // Ultrason. Sonochem. - 2005, 12, 237-242.
5. Aylmore M.G. Thiosulfate leaching of gold-A review / M.G. Aylmore, D.M. Muir // Miner. Eng. - 2001, 14, 135-174.

6. Fleming C.A. Recent advances in the development of an alternative to the cyanidation process: Thiosulfate leaching and resin in pulp / C.A. Fleming, J. McMullen, K.G. Thomas, J.A. Wells // Miner. Metall. Proc. - 2001, 20, 1-9.
7. Grosse, A.C. Leaching and recovery of gold using ammoniacal thiosulfate leach liquors (a review) / A.C. Grosse, G.W. Dicoski, M.J. Shaw, P.R. Haddad // Hydrometallurgy. - 2003, 69, 1-21.
8. Jiang T. Electrochemistry and mechanism of leaching gold with ammoniacal thiosulfate / T. Jiang, J. Chen, S. Xu // In Proceedings of the XVIII International Mineral Processing Congress, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Sydney, Australia. - 1993. – 23-28.
9. Ter-Arakelyan K. On technological expediency of sodium thiosulphate usage for gold extraction from raw material / Izv.VUZ Tsv. Met. -1984, 5, 72-76.
10. Senanayake G. Gold leaching by copper (II) in ammoniacal thiosulphate solutions in the presence of additives. Part I: A review of the effect of hard-soft and Lewis acid-base properties and interactions of ions / G.Senanayake // Hydrometallurgy. - 2012, 115, 1–20.
11. D. Feng. Ammoniacal thiosulphate leaching of gold in the presence of pyrite / D. Feng, J.S.J. Van Deventer // Hydrometallurgy. - 2006, 82, 126-132.
12. D. Feng. Effect of hematite on thiosulphate leaching of gold / D. Feng, J.S.J. Van Deventer // Int. J. Miner. Process. - 2007, 82, 138–147.
13. Chen X. Thiosulfate Stability in Gold Leaching Process / X. Chen // Master’s Thesis, Queen’s University, Kingston, ON, Canada, May 2001.
14. Xu B. Effect of common associated sulfide minerals on thiosulfate leaching of gold and the role of humic acid additive / B. Xu, Y. Yang, Q. Li, T. Jiang, X. Zhang, G. Li // Hydrometallurgy. - 2017, 171, 44-52.
15. Liu X. Effect of galena on thiosulfate leaching of gold / X. Liu, B. Xu, Y. Yang, Q. Li, T. Jiang, X. Zhang, Y. Zhang // Hydrometallurgy. - 2017, 171, 157-164.
16. Molleman E. The treatment of copper-gold ores by ammonium thiosulfate leaching / E. Molleman, D.Dreisinger // Hydrometallurgy. - 2002, 66, 1-21.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Холов Холмаъмад Исроилович	Холов Холмахмад Исроилович	Kholov Kholmahmad Isroilovich
н.и.т.	к.т.н.	C. Sc. in Technical
АМИТ	НАНТ	NAST
Kholmahmad90@mail.ru		
<a href="https://orcid.org/0000-0002-8202-5919">https://orcid.org/0000-0002-8202-5919</a>		
TJ	RU	EN
Шарифбоев Насим Тухтабоевич	Шарифбоев Насим Тухтабоевич	Sharifboev Nasim Tukhtaboevich
Донишкадаи кӯнӣ-металлургии Тоҷикистон	Горно-металлургического института Таджикистана	Mining - Metallurgical Institute of Tajikistan
nasim_3535@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ғаниев Изатулло Наврӯзович	Ғаниев Изатулло Наврӯзович	Ganiev Izatullo Navruzovich
д.и.х.	д.х.н.	Dr. Sc. in Chemical
АМИТ	НАНТ	NAST
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
ganiev48@mail.ru		
<a href="https://orcid.org/0000-0002-2791-6508">https://orcid.org/0000-0002-2791-6508</a>		
TJ	RU	EN
Самиёв Шонаврӯз Раҳимович	Самихов Шонаврӯз Раҳимович	Samikhov Shonavruz Rahimovich
д.и.т.	д.т.н.	Dr. Sc. in Technical
АМИТ	НАНТ	NAST
samikhov72@mail.ru		



## НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT

### ВЛИЯНИЕ ТЕРМОНАГРУЖЕННОСТИ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Давлатшоев Р.А., Абдулло М.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье разработана методика оценки термонагруженности тормозных механизмов в горных условиях эксплуатации. Из приведённых расчётов следует, что при работе в горных условиях тормозные механизмы автомобиля нагреваются неравномерно из-за высокой термонагруженности тормозов задней оси, что влияет на безопасную эксплуатацию в горных условиях. Это подтверждается зависимостью тормозного пути автомобиля от температуры накладок задних тормозных механизмов, полученной экспериментальным путём.

Ключевые слова: термонагруженность, уклон дороги, тормозные механизмы, тормозные силы, время торможения.

### ТАЪСИРИ САРБОРИИ ГАРМИИ МЕХАНИЗМҶОИ ТОРМОЗӢ БА САМАРАНОКИИ ТОРМОЗКУНИИ АВТОМОБИЛЬ ДАР ШАРОИТИ КУҲСОР

Давлатшоев Р.А., Абдулло М.А.

Дар мақола методологияи баҳодиҳии сарбории гармии механизмҳои тормоз дар шароити кӯҳӣ қор қарда шудааст. Аз ҳисобҳои боло чунин бармеояд, ки хангоми қор дар шароити қуҳсор тормозҳои мошин аз сабаби бори баланди термикии тормозҳои ақибгоҳ нобаробар гарм мешаванд, ки ин ба қори бехатар дар шароити қухистон таъсир мерасонад. Инро вобастагии масофаи тормози мошин ба ҳарорати қабатҳои паси тормоз, ки бо роҳи таҷриба ба даст оварда шудааст, тасдиқ мекунад.

Калидвожаҳо: сарбории гармидиҳӣ, нишебии роҳ, механизмҳои боздорӣ, қувваҳои тормозкунӣ, вақти боздорӣ.

### INFLUENCE OF THERMAL LOADING OF BRAKE MECHANISMS ON THE EFFICIENCY OF BRAKING A CAR IN MINING CONDITIONS OF OPERATION

Davlatshoev R.A., Abdullo M.A.

The article developed a methodology for assessing the thermal load of brake mechanisms in mountainous operating conditions. From the above calculations, it follows that when working in mountainous conditions, the brakes of the car heat up unevenly due to the high thermal load on the rear axle brakes, which affects the safe operation in mountainous conditions. This is confirmed by the dependence of the vehicle braking distance on the temperature of the rear brake linings, obtained experimentally.

Key words: thermal load, road slope, braking mechanisms, braking forces, deceleration time.

При частом и длительном пользовании тормозами автомобиля на крутых спусках имеет место интенсивный нагрев тормозных барабанов и тормозных накладок, что вызывает ухудшение их фрикционных качеств и значительное снижение эффективности всей тормозной системы.

Тормозная система – это один из наиболее ответственных узлов транспортного средства, определяющих надежность, динамику, маневренность и безопасность эксплуатации, поэтому повышение ее эффективности является актуальной задачей [1].

Термонагруженность тормозов автомобилей достаточно полно характеризуют следующие показатели [2]:

1. Число торможений на единицу пути и времени.
2. Статистика распределения замедлений и скоростей в начале торможения.
3. Статистика распределения энергий, поглощаемых тормозными механизмами в единицу времени на единицу пути.
4. Коэффициент распределения энергии между передними и задними тормозами.

5. Кратковременные и длительные температуры поверхностей трения.

Оценим термонагруженность тормозных механизмов на спуске ( $\alpha = 6^\circ$ ) на примере грузового автомобиля ЗиЛ-431410 (для отработки методик) при следующих исходных данных (табл.1).

Для оценки термонагруженности тормозных механизмов автомобиля ЗиЛ-431410 определяем следующие параметры:

- а) Определение тормозных сил на осях

Условия при торможении на спуске:

- автомобиль движется под уклон с  $\alpha$ ;
- скорость движения поддерживается постоянной.

Принимаем, что  $p_{01}=p_{02}=p_0$ , т.е. отсутствует КОД и РТС:

$$\left. \begin{aligned} R_{x1}^{J,\Pi} &= p_0 \cdot 2B_1 \\ R_{x2}^{J,\Pi} &= p_0 \cdot 2B_2 \end{aligned} \right\}; \quad (1)$$

$$\sum X = 0: R_{x1}^{J,\Pi} + R_{x2}^{J,\Pi} = G_a \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

При известных значениях  $G_a$  и  $\alpha$  находим  $\sum X_{1,2}^{Л,П}$ . Распределение тормозных сил по осям

$$\kappa = \frac{R_{x2}^{Л,П}}{R_{x1}^{Л,П}}; R_{x2}^{Л,П} = \kappa \cdot R_{x1}^{Л,П}. \quad (3)$$

Таблица 1

Параметры автомобиля Зил-431410

№ n/n	Параметры	Обозначение	Размерность	Значения
1	Полная масса автомобиля с водителем	$G_a$	H	105250
2	Диаметр барабана передних колес	$d_{\sigma 1}$	см	42
3	Диаметр барабана задних колес	$d_{\sigma 2}$	см	42
4	Ширина барабана передних колес	$b_{\sigma 1}$	см	11
5	Ширина барабана задних колес	$b_{\sigma 2}$	см	18
6	Толщина барабана передних колес	$t_{\sigma 1}$	см	0,8
7	Толщина барабана задних колес	$t_{\sigma 2}$	см	0,8
8	Ширина накладки передних колес	$b_{н1}$	см	10
9	Ширина накладки задних колес	$b_{н2}$	см	10
10	Наружный диаметр передних камер	$d_{k1}$	см	18
11	Наружный диаметр задних камер	$d_{k2}$	см	20,6
12	Теплоёмкость чугуна барабана передних колес	$c_1$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	0,447
13	Теплоёмкость чугуна барабана задних колес	$c_2$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	0,447
14	Плотность чугуна барабана	$\rho$	$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	7,0

Выполняя элементарные преобразования, находим

$$R_{x1}^{Л,П} = \frac{G_a \cdot \sin \alpha}{(1+\kappa)}. \quad (4)$$

Используя выражения (2), и после подстановки в (3) получим

$$\kappa = \frac{B_2}{B_1}. \quad (5)$$

Значения комплексных параметров тормозных механизмов передних и задних осей определяем по выражениям

$$B_1 = 2 \cdot F_{\kappa 1} \cdot \frac{r_{\sigma 1}}{r_{\kappa 1}} \cdot k_{\sigma 1} \cdot \eta_1 \cdot i_{np};$$

$$B_2 = 2 \cdot F_{\kappa 2} \cdot \frac{r_{\sigma 2}}{r_{\kappa 2}} \cdot k_{\sigma 2} \cdot \eta_2 \cdot i_{np}; \quad (6)$$

где  $F_{\kappa 1,2}$ ,-активная площадь диафрагмы тормозной камеры передних и задних колес;  $r_{\sigma 1,2}$ ,  $r_{\kappa 1,2}$ - радиусы тормозного барабана (переднего, заднего) и колеса соответственно;  $k_{\sigma 1,2}$  - коэффициент эффективности барабанного тормозного механизма (переднего,

заднего);  $\eta_{1,2}$  - КПД тормозного механизма (переднего, заднего);  $i_{np}$  - передаточное число привода.

Выполняя элементарные преобразования, находим

$$\kappa = \left[ \frac{d_{k2}}{d_{k1}} \right]^2 = \left[ \frac{206}{180} \right]^2 = 1,3,$$

где  $d_{k1}, d_{k2}$  - наружные диаметры передних и задних камер.

По формуле (2) находим тормозную силу для одного тормозного механизма – передней оси:

$$R_{x1}^{Л} = R_{x1}^{П} = \frac{G_a \cdot \sin \alpha}{(1+\kappa) \cdot 2}. \quad (7)$$

Для задней оси

$$R_{x2}^{Л} = R_{x2}^{П} = \kappa \cdot R_{x1}^{Л} \quad (8)$$

Затем находим  $W_1$  и  $W_2$ :

$$W_1 = R_{x1} \cdot V_a; \quad W_2 = R_{x2} \cdot V_a, \quad (9)$$

где  $R_{x1}$  - [H];  $V_a$  - [м/с] и

$$Va \approx \frac{1}{S} \int V_a(S) \cdot ds. \quad (10)$$

б) Коэффициент теплоотдачи [147]

$$\alpha \text{ (при } Va) = 4,1868(1,6 + 2,8\sqrt{Va}).$$

Если  $Va \approx 30 \text{ км/ч} = 8,33 \text{ м/с}$ , то

$$\alpha = 40,5 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}. \text{ Принимаем } \alpha_1 = \alpha_2.$$

в) Площади охлаждения тормозных барабанов (одного)

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_{\delta 1}^2}{4} + \pi \cdot d_{\delta 1} \cdot b_{\delta 1} = \pi \cdot d_{\delta 1} \left( \frac{d_{\delta 1}}{4} + b_{\delta 1} \right)$$

$$F_2 = \frac{\pi \cdot d_{\delta 2}^2}{4} + \pi \cdot d_{\delta 2} \cdot b_{\delta 2} = \pi \cdot d_{\delta 2} \left( \frac{d_{\delta 2}}{4} + b_{\delta 2} \right)$$

Если имеются экспериментальные данные по изменению температуры тормозных механизмов на каком-то участке времени (рис. 1), то можно найти (и это целесообразно) параметры  $\alpha_1 F_1$  и  $\alpha_2 F_2$  по выражениям:

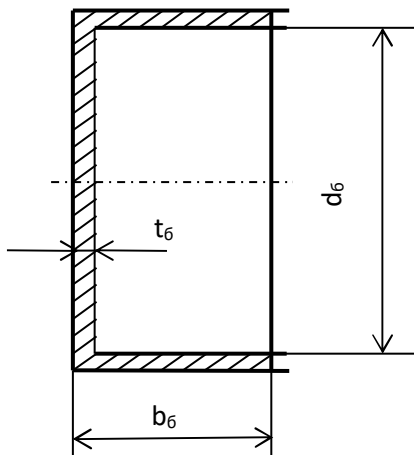
$$\alpha_1 F_1 = \frac{W_1}{T_1 - T_0}; \quad (11)$$

$$\alpha_2 F_2 = \frac{W_2}{T_2 - T_0},$$

где  $T_1, T_2$  – конечные значения температур по экспериментальным данным:

$$T_1 = 573 \text{ К и } T_2 = 723 \text{ К};$$

$T_0$  – начальные значения температурных механизмов:  $T_0 = 293 \text{ К}$ .



г) Масса переднего и заднего тормозного барабана

$$m_1 m_1 = V_1 \cdot \rho; \quad m_2 = V_2 \cdot \rho; \quad \rho = 7,0$$

$$m_1 = \rho \cdot V_1 = \left( \frac{\pi \cdot d_{\delta 1}^2}{4} \cdot t_{\delta 1} + \pi \cdot d_{\delta 1} \cdot t_{\delta 1} \cdot b_{\delta 1} \right) \cdot \rho \approx 24 \text{ кг}$$

$$m_2 = \rho \cdot V_2 = \left( \frac{\pi \cdot d_{\delta 2}^2}{4} \cdot t_{\delta 2} + \pi \cdot d_{\delta 2} \cdot t_{\delta 2} \cdot b_{\delta 2} \right) \cdot \rho \approx 30 \text{ кг}$$

д) Время торможения  $t$ : если  $\bar{V} \approx 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,

то  $t = \frac{S}{\bar{V}} = \frac{6000}{8,33} = 720 \text{ с}$ , т.е. все параметры

известны.

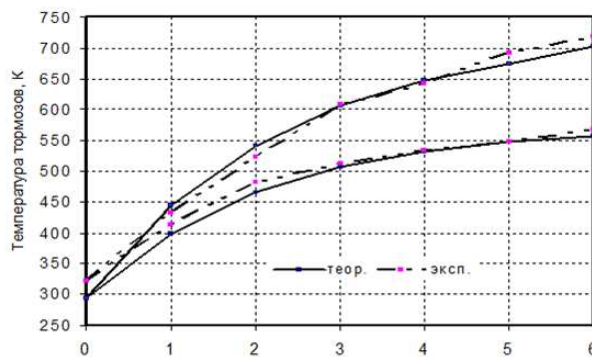


Рис. 1. Температурная нагрузка тормозов в горных условиях: 1-передняя ось; 2-задняя ось.

Определяем площади тормозных накладок одного переднего  $F_{1H}$  и заднего  $F_{2H}$  тормозного механизма:

$$F_{1H} = \frac{n \cdot \pi \cdot d_{\delta 1} \cdot b_{n1}}{3} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 42 \cdot 10}{3} = 879,2 \text{ см}^2;$$

$$F_{2H} = \frac{n \cdot \pi \cdot d_{\delta 1} \cdot b_{n2}}{3} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 42 \cdot 10}{3} = 879,2 \text{ см}^2.$$

Учитывая, что  $F_{1H} = F_{2H}$  (по условию однотипных тормозных механизмов), тогда

$$\frac{q_{A2}}{q_{A1}} = \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{F_{1H}}{F_{2H}} = 1,3 \cdot \frac{879}{879} = 1,3 > 1,0. \quad (12)$$

Таким образом, для одинаковой удельной работы трения тормозных механизмов накладки заднего тормозного механизма должны иметь площадь не менее

$$F_{2H} = \kappa \cdot F_{1H} = 1,3 \cdot 879 = 1147,7 \text{ см}^2$$

т.е. не меняя длины, ширина накладок должна быть увеличена до величины

$$b_{2n} = \frac{3 \cdot F_{2H}}{n \cdot \pi \cdot d_{\delta 2}} = \frac{3 \cdot 1147,7}{2 \cdot 3,14 \cdot 42} = 13 \text{ см}$$

Для нашего случая,  $\kappa = 1,3$  и  $\sum F_{mp2}^* = \sum F_{mp2} \cdot \kappa$ , т.е. должна быть увеличена ширина тормозного барабана или ширина тормозной накладки, что повлечёт увеличение ширины барабана.

Таким образом, для безопасной и надёжной работы автомобилей старых моделей (типа Зил-431410) тормозная система задних колёс задней оси должна быть модернизирована для снижения энергонагруженности всех тормозных механизмов.

В эксплуатации снижения энергонагруженности можно добиться за счёт уменьшения нагрузки на заднюю ось или на весь

автомобиль, т.е. ограничения грузоподъемности автомобиля.

Для перспективных автомобилей семейства ЗиЛ (для горной модификации) необходимо проектировать тормозные системы из условия равной энергонагруженности тормозных механизмов передней и задней осей, что повысит эксплуатационную надёжность автомобилей при эксплуатации в горных условиях.

При экспериментальных исследованиях параметры  $\alpha_1 F_1$ ,  $\alpha_2 F_2$  определяем по предложенной методике:

$$R_{x1}^n = R_{x1}^n = \frac{C_a \sin \alpha}{(1 + \kappa) \cdot 2};$$

$$R_{x2}^n = R_{x2}^n = \kappa \cdot R_{x1}^n,$$

где  $\kappa = 1,3$ ;  $C_a = 105250 \text{ Н}$ ;  $\alpha = 6^\circ$ ,  $\sin \alpha = 0,1045$ .

Тогда

$$R_{x1}^n = R_{x1}^n = \frac{105250 \cdot 0,1045}{(1 + 1,3) \cdot 2} = 2391 \text{ Н};$$

$$R_{x2}^n = R_{x2}^n = \kappa \cdot R_{x1}^n = 1,3 \cdot 2391 = 3108 \text{ Н}.$$

По вышеприведенным формулам с использованием экспериментальных данных (1) определяем комплексные параметры охлаждения для передних и задних тормозных механизмов -  $\alpha_1 F_1$  и  $\alpha_2 F_2$ .

Исходными данными для расчёта  $\alpha_1 F_1$ ,  $\alpha_2 F_2$  являются:

$$T_1^n = T_1^n = 300^\circ \text{ C} = 573 \text{ K};$$

$$T_2^n = T_2^n = 450^\circ \text{ C} = 723 \text{ K};$$

$$\bar{V}_a = 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T_0 = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ K};$$

$$W_1 = R_{x1}^n \cdot \bar{V}_a = 2391 \cdot 8,33 = 19917 \text{ Вт} = 19,91 \text{ кВт};$$

$$W_2 = 3108 \cdot 8,33 = 25889 \text{ Вт} = 25,88 \text{ кВт}.$$

Тогда

$$\alpha_1 F_1 = \frac{19917}{573 - 293} = 71,132 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}; \quad (13)$$

$$\alpha_2 F_2 = \frac{25889}{723 - 293} = 60,206 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}.$$

Найденные значения комплексных параметров охлаждения используем для идентификации математической модели нагрева тормозных механизмов. Эта модель может быть использована для прогнозирования нагрева тормозных механизмов автомобилей при движении под уклон.

Например:

Для прохождения участка длиной в 1 км

$$t_1 = \frac{1000 \text{ м}}{8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 120 \text{ с}$$

Соответственно для прохождения участка длиной в 2 км и 3 км

$$t_2 = \frac{2000 \text{ м}}{8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 240 \text{ с}; t_3 = 360 \text{ с} \text{ и т.д.}$$

Оценим удельную работу трения тормозных накладок при движении на спуске:

$$q_{A1} = \frac{2391 \cdot 8,33 \cdot 720}{879,2} = 16,3 \frac{\text{кДж}}{\text{см}^2};$$

$$q_{A2} = \frac{3108 \cdot 8,33 \cdot 720}{879,2} = 21,2 \frac{\text{кДж}}{\text{см}^2}.$$

Из приведённых расчётов следует, что при работе в горных условиях тормозные механизмы автомобиля ЗиЛ-431410 нагреваются неравномерно из-за высокой термонагруженности тормозов задней оси, что влияет на безопасную эксплуатацию в горных условиях. Это подтверждается зависимостью тормозного пути автомобиля от температуры накладок задних тормозных механизмов, полученной экспериментальным путём.

Так при температуре тормозных механизмов задней оси  $T_2 = 420^\circ \text{ C}$  ( $693 \text{ K}$ ) тормозной путь со скорости  $50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  составил 60 м. При снижении температуры задних тормозных накладок до  $300^\circ \text{ C}$  ( $573 \text{ K}$ ) тормозной путь составил  $\approx 48 \text{ м}$ .

Сравнивая полученные значения удельной работы трения можно установить, что в реальных условиях эксплуатации она по рассчитанным данным на 20,3 раза больше среднего значения, указанным в литературных источниках. От удельной работы зависит износ и нагрев элементов тормозного механизма: тормозного барабана, тормозных накладок. Для уменьшения удельной работы трения в эксплуатации могут быть предложены следующие варианты:

-уменьшить номинальную грузоподъемность автомобиля;

-уменьшить время торможения автомобиля.

Для нашего случая можно подобрать значения, при которых выполняются следующие условия:

$$[q_{A1}] = [q_{A2}] \leq [q_A] = [0,6 \dots 0,8] \frac{\text{кДж}}{\text{см}^2}.$$

Например: для прохождения участка длиной в 0,3 км время торможения  $t$  при

$$\bar{V} \approx 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}, t_0 = S/V = 300 \text{ м} / 8,33 \text{ м/с} = 36 \text{ с}.$$

Тогда

$$q_{A1} = \frac{2391 \cdot 8,33 \cdot 36}{879,2} = 0,8 \frac{\text{кДж}}{\text{см}^2};$$

$$q_{A2} = \frac{3108 \cdot 8,33 \cdot 36}{1147,7} = 0,8 \frac{\text{кДж}}{\text{см}^2}.$$

Из полученных значений можно установить, что для автомобиля ЗиЛ-431410 с полной нагрузкой после модернизации задних тормозных механизмов в горных условиях эксплуатации при уклоне  $\alpha = 6^\circ$  время торможения автомобиля не должно быть больше 36.

**Вывод**

При эксплуатации грузового автомобиля ЗиЛ-431410 в горных условиях эксплуатации одинаковую термонагруженность тормозных механизмов можно достичь двумя способами:

модернизацией задних тормозных механизмов (увеличить площадь тормозных

накладок с 879 см<sup>2</sup> до 1147 см<sup>2</sup>), что возможно на заводе изготовителе;

снижением нагрузки на заднюю ось автомобиля за счёт компоновки груза ближе к передней оси в условиях эксплуатации.

### Литература

1. Вашуткин А. С., Мясищев Д. Г. Анализ функционирования барабанных тормозных механизмов автолесовозов и пути улучшения их показателей //Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – №. 3.
2. Турсунов А.А., Давлатшоев Р.А. Повышение тормозных свойств автотранспортных средств в горных условиях эксплуатации: Монография-Душанбе :ТТУ, 2010.-248 с.
3. Кузнецов А. С. Автомобиль ЗИЛ-431410 и его модификации: производственное издание //М.: Машиностроение. – 1989.
4. Жоробеков Б. А. и др. Испытание технико-эксплуатационных показателей автотранспортных средств в условиях высокогорья //Территория науки. – 2016. – №. 3.
5. Жоробеков Б. А., Сабиров И. О., Кочкоров А. Э. Основные технико-эксплуатационные показатели автотранспортных средств в условиях высокогорья //Известия Ошского технологического университета. – 2016. – №. 1. – С. 5-7.
6. Тюлькин А. Ю. Преимущества пневматической многоуровневой тормозной системы на примере автомобиля ЗИЛ-431410 //Знания молодых - будущее России. – 2020. – С. 271-272.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Давлатшоев Рашид Асанхонович	Давлатшоев Рашид Асанхонович	Davlatshoev Rashid Asankhonovich
н.и.т., дотсент,	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
<a href="mailto:d_rashid71@mail.ru">d_rashid71@mail.ru</a>		
ORCID id 0000-0002-7317-5245		
TJ	RU	EN
Абдулло Мамадамон Абдурахмонбек	Абдулло Мамадамон Абдурахмонбек	Abdullo Mamadamon Abdurahmonbek
н.и.т., дотсент,	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
<a href="mailto:mamadamonabdullo@ttu.tj">mamadamonabdullo@ttu.tj</a>		
ORCID id 0000-0002-6253-5946		

## ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА СПРОС И КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В БОХТАРСКОЙ ЗОНЕ

А.С. Фохаков<sup>1</sup>, Д.С. Джалолзода<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>2</sup>Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрава

В работе акцентируется внимание на влияние транспортно-технологической инфраструктуры на спрос и качество транспортного обслуживания в Бохтарской зоне.

Проведен расчет независимых перемен многомерной регрессии, зависимых перемен многомерной регрессии и анализированы полученные результаты на основе выборочного множественного коэффициента корреляции, а также выявлен смысл коэффициентов регрессии и коэффициенты эластичности увеличения на 1 соответствующего факторного признака.

Оценивая коэффициенты эластичности по абсолютной величине, установлено, что результативный признак объема пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Бохтарской зоне более всего чувствителен к изменению факторного признака,  $X_1$  - среднемесячная заработная плата работника населения, сомони, а также влияние на результативный признак объема перевозок пассажиров по рангам, чтобы обосновать и определить масштаб влияния транспортно-технологической инфраструктуры на спрос и качество транспортного обслуживания в Бохтарской зоне.

Ключевые слова: транспортное обслуживание, транспортно-технологическая инфраструктура, пассажирский транспорт, эффективность работы, транспортный комплекс, развитие транспортной инфраструктуры, факторный анализ.

## ТАЪСИРИ ИНФРАСОХТОРИ НАКЛИЁТӢ-ТЕХНОЛОГӢ БА ТАЛАБОТ ВА СИФАТИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАКЛИЁТӢ ДАР МИНТАҚАИ БОХТАР

А.С. Фохаков, Д.С. Чалолзода

Дар кори мазкур диққат ба таъсири инфрасохтори нақлиётӣ-технологӣ ба талабот ва сифати хизматрасони нақлиётӣ дар минтақаи Бохтар дода шудааст.

Дар асоси маводҳои асли, нишондиҳандаҳои, ки ба инфрасохтори нақлиётӣ-технологӣ ба талабот ва сифати хизматрасони нақлиётӣ дар минтақаи Бохтар таъсир мерасонанд, муайян карда шудааст.

Барои сохтани модели натиҷавии регрессиони бисёрмилиаи нишондодҳои ҳаҷми интиқоли мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ дар минтақаи Бохтар, пеш аз ҳама нишондодҳои фактори модели муайян ва ҷудо карда шудааст. Бо мақсади ин матритсаи ҷуфти коэффициентҳои коррелятсия муайян карда шудааст.

Барои муайян кардани ҳаҷми таъсилри инфрасохтори нақлиётӣ-технологӣ талабот ва сифати хизматрасонӣ да минтақаи Бохтар.

Калимаҳои калидӣ: хизматрасони нақлиётӣ, инфрасохтори нақлиётӣ-технологӣ, нақлиёти мусофирбар, самаранокии кор, маҷмуи нақлиётӣ, рушди инфрасохтори нақлиётӣ, таҳлили факторӣ.

## IMPACT OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL INFRASTRUCTURE ON THE DEMAND AND QUALITY OF TRANSPORT SERVICES IN THE BOKHTAR ZONE

A.S. Fokhakov, D.S. Dzhallolzoda

The work focuses on the impact of transport and technological infrastructure on the demand and quality of transport services in the Bokhtar zone.

The calculation of independent changes in multivariate regression, dependent changes in multivariate regression was carried out and the results obtained were analyzed on the basis of a sample multiple correlation coefficient, and the meaning of the regression coefficients and elasticity coefficients were revealed for an increase by 1 of the corresponding factor attribute.

Evaluating the elasticity coefficients in absolute terms, it was found that the effective indicator of the volume of passenger traffic by road in the Bokhtar zone is most sensitive to changes in the factor indicator,  $X_1$  - Average monthly wages of an employee of the population, somoni, as well as the impact on the effective indicator of the volume of passenger traffic by ranks in order to substantiate and determine the scale of the influence of transport and technological infrastructure on the demand and quality of transport services in the Bokhtar zone.

Keywords: transport services, transport and technological infrastructure, passenger transport, work efficiency, transport complex, development of transport infrastructure, factor analysis.

### Введение

Авторы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] в своей работе дают подробный анализ на основе факторного анализа и выявили главные факторы, сильно влияющие на объем пассажирских автомобильных перевозок, таблица 1.

**Цель и задачи:** Создание модели многофакторной регрессии эффективного показателя объема пассажиропотока автомобильным транспортом в Бохтарской зоне.

### Материалы и методы исследования.

На основе большого фактического материала [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] выявлен перечень факторов, влияющих на транспортно-технологическую инфраструктуру, на спрос и качество транспортного обслуживания в Бохтарской зоне в услугах автобусных сообщений. На основе корреляционно-регрессионного анализа были выявлены следующие факторы.

Таблица 1.

Перечень факторов, влияющих на транспортно-технологическую инфраструктуру, на спрос и качество транспортного обслуживания в Бохтарской зоне в услугах автобусных сообщений после второй стадии отбора.

№	Показатели	Единица измерения	Условное обозначение
1.	Объем пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Бохтарской зоне	млн. сомони	Q
2.	Среднемесячная заработная плата работника населения	сомони	X <sub>1</sub>
3.	Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства	тыс. сомони	X <sub>3</sub>
4.	Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ)	чел.	X <sub>20</sub>
5.	Плотность размещения населенных пунктов	ед./тыс.км <sup>2</sup>	X <sub>24</sub>
6.	Расположение и количество населенных пунктов на расстоянии 21-50 км от центра джамоата	ед.	X <sub>36</sub>

**Результаты исследования.**

Для создания многогранной регрессионной модели эффективного показателя объема пассажиропотока автомобильным транспортом в

Бохтарской зоне в первую очередь важно выбрать факторные показатели в этой модели. Для этого находим матрицу парных коэффициентов корреляции.

Таблица 2.

Матрица парных коэффициентов корреляции.

	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Y	1	0,98623	0,98958	0,81321	0,80181	0,75337
X <sub>1</sub>	0,98623	1	0,97921	0,78178	0,76673	0,71215
X <sub>2</sub>	0,98958	0,97921	1	0,74514	0,5706	0,70926
X <sub>3</sub>	0,81321	0,78178	0,74514	1	0,91348	0,82271
X <sub>4</sub>	0,80181	0,76673	0,75706	0,91348	1	0,82681
X <sub>5</sub>	0,75337	0,71215	0,70926	0,82271	0,82681	1

Первая строка этой матрицы содержит коэффициенты R<sub>yx</sub>, которые описывают плотность взаимосвязи между эффективными признаками и каждым из признаков факторов. Все коэффициенты корреляции достаточно большие. Следовательно, рассмотренные факторные признаки достаточно сильно влияют на результативный признак. Остальные коэффициенты корреляции характеризуют тесноту взаимосвязи между каждой парой факторных признаков. Среди них есть коэффициенты |R<sub>yx<sub>i</sub></sub>| > 0,8, так R<sub>y<sub>1</sub>x<sub>2</sub></sub> = 0,9792, R<sub>y<sub>3</sub>x<sub>4</sub></sub> = 0,9134, R<sub>y<sub>3</sub>x<sub>5</sub></sub> = 0,8227, R<sub>y<sub>4</sub>x<sub>5</sub></sub> = 0,826. Следовательно, имеются 4 пары мультиколлинеарных факторных признаков: (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>); (X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>); (X<sub>3</sub>, X<sub>5</sub>); (X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>).

Из каждой пары таких признаков отбираем в регрессионную модель по одному. Для этого сравниваем следующие коэффициенты.

R<sub>yx<sub>2</sub></sub> = 0,98958 и R<sub>yx<sub>1</sub></sub> = 0,98623 ~ |R<sub>yx<sub>2</sub></sub>| > |R<sub>yx<sub>1</sub></sub>|, в модель вводим признак X<sub>2</sub>, а X<sub>1</sub> исключаем.

R<sub>yx<sub>4</sub></sub> = 0,80181 и R<sub>yx<sub>3</sub></sub> = 0,81321 ~ |R<sub>yx<sub>4</sub></sub>| < |R<sub>yx<sub>3</sub></sub>|, в модель вводим признак X<sub>3</sub>, а X<sub>4</sub> исключаем.

R<sub>yx<sub>5</sub></sub> = 0,75337 и R<sub>yx<sub>3</sub></sub> = 0,81321 ~ |R<sub>yx<sub>5</sub></sub>| > |R<sub>yx<sub>3</sub></sub>|, в модель вводим признак X<sub>3</sub>, а X<sub>5</sub> исключаем.

R<sub>yx<sub>5</sub></sub> = 0,75337 и R<sub>yx<sub>4</sub></sub> = 0,80181 ~ |R<sub>yx<sub>5</sub></sub>| > |R<sub>yx<sub>4</sub></sub>|, в модель вводим признак X<sub>4</sub>, а X<sub>5</sub> исключаем.

Итак, в регрессионную модель вводим факторы X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>. Далее вновь составляется матрица значений признаков X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> и проводятся дальнейшие расчеты.

Таблица 3.

Результаты расчета независимых перемен многомерной регрессии.

Переменные	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Корреляция	Коэффициент регрессии	T <sub>i</sub>
X <sub>2</sub>	15134	3751,4	0,98623	0,001869	14,607
X <sub>3</sub>	17506	3455,9	0,98958	0,0004011	16,835

Таблица 4.

Результаты расчета зависимых перемен многомерной регрессии.

Зависимая переменная	
Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение
25,239	8,1303

Таблица 5.

Результаты расчета показателей многомерной регрессии

Показатель	Значение
Свободный член	-10,08
Коэффициент множественной корреляции	0,9961
$S_{ост}$	0,8491
Число степеней свободы $k_1 = p$	2
Число степеней свободы $k_2 = n - p - 1$	5
$F_{набл.}$	318,39

Анализируем результаты исследования на основе выборочного множественного коэффициента корреляции  $R_b = 0,9961$ .

Прежде чем делать вывод о плотности связи между эффективным признаком и набором факторных признаков, рассмотрим значимость кратного коэффициента корреляции на уровне значимости 0,05. Для этого мы предлагаем гипотезы:

$H_0: R_{ген} = 0$ ,  $H_1: R_{ген} \neq 0$ ; Находим:  $T_{набл} = 25,235$ ; Крит. дв. (0,05; 2) = 2,57.

Так как  $T_{набл.} > T_{крит.дв.}$  (0,05; 1), нулевая гипотеза отклоняется, правильная конкурирующая гипотеза  $H_1: R_{ген} \neq 0$ . Таким образом,  $R_b = 0,9961$ , смысл связи между эффективным характером и набором факторных характеристик, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], которые включены в регрессионную модель, является тесным.

Следующим шагом является вычисление коэффициента детерминации.  $D = (R_b^2) \times 100\% = (0,9961)^2 \times 100\% = 99,2215\%$ , следовательно, вариация результативного признака объема пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Бохтарской зоне в среднем на 99,2215% объясняется за счет вариации факторных признаков, включенных в модель (Q - Объем пассажирских перевозок автомобильным транспортом по Бохтарской зоне, млн. пасс.;  $X_1$  - Среднемесячная заработная плата работника населения, сомони;  $X_3$  - Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства, тыс. сомони;  $X_{20}$  - Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ), чел.;  $X_{24}$  - Плотность размещения населенных пунктов, ед./тыс. км<sup>2</sup>;  $X_{36}$  - Расположение и количество населенных пунктов на расстоянии 21-50 км от центра джамоата, ед.).

Затем мы анализируем модель множественной регрессии, которая принимает следующую форму:

$$Y = -10,08 + 0,001869 * X_2 + 0,0004011,95 * X_3$$

Проверяем значимость этой модели при уровне значимости 0,05. Выдвигаем следующие гипотезы:  $H_0$ : регрессионная модель не значима ( $H_0: A_1 = A_2 = \dots = A_p = 0$ ).

$H_1$ : регрессионная модель значима ( $H_1$ : хотя бы один  $A_i \neq 0$ ,  $i$  изменяется от 1 до  $p$ ).

Проверяем нулевую гипотезу, используя случайную величину F с распределением Фишера-Снедекора.

Находим  $F_{набл} = 318,39$ ;  $F_{крит} (0,05; 2; 5) = 5,79$

Так как  $F_{набл} > F_{крит} (0,05; 5; 1)$  нулевую гипотезу отвергаем, справедлива конкурирующая гипотеза, то есть многофакторная регрессионная модель значима.

В таблице 6 показано на сколько изменяется результирующий признак при увеличении соответствующего факторного признака [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] на 1.

Таблица 6.

Смысл коэффициентов регрессии при увеличении соответствующего факторного признака на 1.

Факторный признак	Изменение результирующего признака
$X_1$ - Среднемесячная заработная плата работника населения, сомони.	-0,001869
$X_3$ - Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства, тыс. сомони	0,0004011

Изменения результативного признака при увеличении соответствующего факторного признака на 1 процент показаны в таблице 7.

Таблица 7.

Коэффициенты эластичности при увеличении соответствующего фактора на 1 процент.

Факторный признак	Изменение результирующего признака в (%)
$X_1$ - Среднемесячная заработная плата работника населения, сомони.	1,12
$X_3$ - Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства, тыс. сомони	0,278

По сравнению с коэффициентами эластичности по абсолютной величине следует отметить, что эффективный показатель объема пассажиропотока автомобильным транспортом в Бохтарской зоне более чувствителен к изменению фактора,  $X_1$  - Среднемесячная заработная плата работника населения, сомони.



Составим уравнение регрессии по стандартной шкале и вычислим его коэффициенты  $b_i$ :

$$Y = 10,1 \cdot X_2 + 2,49 \cdot X_3$$

Сравнивая с коэффициентами  $b_i$  по модулю, делаем вывод, что наибольшее значение эффективного признака, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], Q - Таблица 8.

Влияние на результативный признак объем перевозок пассажиров по рангам.

Ранг влияния	Признак
1	$X_1$ – Среднемесячная заработная плата работника населения, сомони
2	$X_3$ – Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства, тыс. сомони

Объем пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Бохтарской зоне, млн. пасс. В целом получаем следующую таблицу 8 по степени влияния.

В целом получаем следующую таблицу 8 по степени влияния.

Остающийся расчет переменной зависимости показан в таблице 9.

Таблица 9.

Остатков вычисления зависимой переменной.

Заданное значение	Вычисленное значение	Остаток	Отклонения в (%)
13,81	-5,17	19	-367
16,82	-4,2	21	-500
20,22	-3,71	23,9	-645
24,47	-2,88	27,3	-951
26,49	-2,63	29,1	-1,1103
29,04	-1,51	30,5	-2,0303
33,58	-0,321	33,9	-1,0604
37,48	0,134	37,3	2,7804

### Обсуждение результатов исследований

При формировании интегрированных схем развития транспортно-технологической инфраструктуры на спрос и качество транспортного обслуживания в Бохтарской зоне плохо изучены оптимизационные задачи, параметры которых связаны с тенденциями развития транспортной мобильности в горном населении, плотности, а также масштабы сети дорог других организационных, технических, социальных и экономических факторов.

1. Разработана математическая модель оценки многофакторной регрессии эффективного показателя объема пассажиропотока автомобильным транспортом в Бохтарской зоне.

2. На основе разработанной модели установлено, что на результативный признак объема перевозок пассажиров по рангам влияют факторы:  $X_1$ - Среднемесячная заработная плата работника населения, сомони и  $X_3$ - Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства, тыс. сомони.

### Выводы

### Литература

1. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Сайдалиев А.С. Теоретические основы формирования и развития ресурсного потенциала рынка транспортных услуг города Душанбе. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (35) – 2016г., стр. 58-65.
2. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Характерные особенности горного региона, формирование и развитие его транспортной системы. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 80-86.
3. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Ходжаев П.Д. Функционирование и развитие системы оказания транспортных услуг населения горного региона. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 136-141.
4. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т. Теоретические аспекты системы оказания транспортных услуг населения горного региона в условиях рыночной экономики. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, Т.2 №1 (37) – 2017г., стр. 71-81.
5. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Влияние факторов и выбор критериев автомобилей, работающих в условиях горных регионов Республики Таджикистан. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 121-127.

6. Фохаков А.С., Ашуrow К.Р., Ашуrow А.М. Влияние потенциала транспортной инфраструктуры на развитие горных регионов Республики Таджикистан. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 142-149.
7. Фохаков А.С., Ашуrow К.Р., Абдуллоев Х.К. Проблема выбора населения горного региона способа передвижений. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/8, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 93-97.
8. Фохаков А.С., Мирзоева Н.Ш., Джалилов У.Дж. Новые информационные технологии на автомобильном транспорте. // Известия Академии наук Республики Таджикистан (научно-теоретический журнал). № 1 (249), Душанбе: 2018г., стр. 99-102.
9. Фохаков А.С., Каримов А.А. Особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикистана. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, №1 (41)– 2018г. стр.198-208.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Фохаков Абдурауф Сайдалиевич	Фохаков Абдурауф Сайдалиевич	Fohakov Abdurauf Saydalievich
д.и.т., дотсент,	д.т.н., доцент	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими	Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
<a href="mailto:fohakov68@mail.ru">fohakov68@mail.ru</a>		
ORCID Id 0000-0002-8451-6463		
TJ	RU	EN
Чалолзода Дилшодҷони Сайкабири	Джалолзода Дилшодҷони Сайкабири	Jalolzoda Dilshojoni Saikabiri
Муаллими калони кафедраи “Нақлиёти автомобилӣ”	Старший преподаватель кафедры «Автомобильный транспорт»	Senior Lecturer of the Department of Automobile Transport
Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав	Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрава	Bokhtar State University named after Nosiri Khusrawa
<a href="mailto:jalolzoda@mail.ru">jalolzoda@mail.ru</a>		

## ПРОЦЕДУРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

И.С. Тоиров, М.А. Хусензода, Ф. М. Сафаров, А.К. Шералиев, Д.С. Гафурзода

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Решение проблемы поддержания лётной годности воздушных судов (ВС) и обеспечения безопасности полётов является стратегическим направлением развития сферы авиационных услуг в мире. Лётная годность ВС поддерживается на этапе его эксплуатации в рамках активно внедряемой авиакомпаниями мировых авиационных держав системы управления безопасностью полётов.

**Ключевые слова:** лётная годность, авиакомпания, безопасность полёта, ИКАО, эксплуатация, авиационная техника, «Таджик Эйр», «Сомон Эйр», техническое обслуживание.

### ТАРТИБИ ХИЗМАТРАСОНИИ ТЕХНИКӢ ОИДИ НИГОӢ ДОШТАНИ МУНОСИБИИ ҲАВОПАЙМОӢ БА ПАРВОЗ ДАР ШАРОИТИ ҶУМӢУРИИ ТОҶИКИСТОН

И.С. Тоиров, М.А. Хусензода, Ф.М. Сафаров, А.Қ. Шералиев, Д.С.Гафурзода

Ҳалли мушкилоти нигоҳ доштани муносибии ҳавопаймоӣ ба парвоз ва таъмини бехатарии парвозҳо самти страгияи рушди соҳаи авиатсияи граждони дар ҷаҳон мешавад. Муносиби ба парвози ҳавопаймоӣ дар ҳар як зинаи иттифодабарии онҳо дар доираи ҷаҳони намунаҳои низомии идоракунии бехатарии парвозҳо аз ҷониби ширкатҳои ҳавопаймоии байналмилалӣ нигоҳ дошта мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** Муносиби ба парвоз, ширкати ҳавопаймоӣ, бехатарии парвозҳо, ИКАО (Ташкилоти байналмилалӣ авиатсияи граждони), иттифодабарӣ, таҷҳизоти авиатсионӣ, «Тоҷик Эйр», «Сомон Эйр», хизматрасонии техникӣ.

### MAINTENANCE PROCEDURE FOR MAINTAINING THE AIRWORTHINESS OF AIRCRAFT IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

I.S. Toirov, M.A. Khusenzoda, F.M.Safarov, A.K. Sheraliev, D.S. Gafurzoda

Solving the problems of maintaining the airworthiness of aircraft (AC) and ensuring flight safety is a strategic direction for the development of the aviation services sector in the world. The airworthiness of the aircraft is maintained at the stage of its operation within the framework of the flight safety management system actively implemented by the airlines of the world aviation powers.

**Key words:** Airworthiness, airline, flight safety, ICAO, operation, aviation equipment, Tajik Air, Somon Air, maintenance.

В соответствии с нормами и правилами ИКАО, изложенными в Приложениях 6, 8 и Руководством ИКАО по управлению безопасностью полётов, функции управления безопасностью возлагаются программами обеспечения безопасности.

Базовый набор документов по эксплуатации ВС, используемый для управления безопасностью полётов, может быть разделен на две части:

1. Конструкторская эксплуатационная документация (КЭД) находится под ответственностью разработчика (держателя сертификата типа ВС);

2. Эксплуатационная документация (ЭД) по лётной и технической эксплуатации находится под ответственностью эксплуатанта и подлежит одобрению (утверждению) местным полномочным авиационным органом (Civil aviation authority - CAA)[1].

На современном этапе развития авиационной промышленности перед разработчиком и производителем авиационной техники (АТ) стоит задача совершенствования процедур сопровождения эксплуатации производимой АТ с целью поддержания уровня ее надежности, обеспечивая высокий уровень безопасности ее эксплуатации и конкурентные преимущества. Мировые лидеры производства АТ, следуя велению времени, пришли к необходимости

создания сети авторизованных сервисных центров технического обслуживания и ремонта (ТОиР) производимой АТ, которые реализуют процедуры поддержания лётной годности ВС, находящихся в условиях массовой эксплуатации, под полным контролем разработчика и производителя АТ[1-3].

Создание авторизованного сервисного центра ТОиР ВС, эксплуатируемых в Республике Таджикистан, является приоритетной задачей Целевой программы совершенствования системы поддержания лётной годности ВС в ближайшей перспективе.

Таблица 1.

Парк ВС эксплуатируемых ОАО «Таджик Эйр» по состоянию на декабрь 2020 г.

Типы ВС	Количество	Состояние
Боинг 737-300	1	ТО (выполнение директивы)
Боинг 757-200	1	хранение
Боинг 767-300	1	ТО (2C Check)
Ан-28	1	исправный
Ми-8 МТВ	1	ожидание капит. ремонта
Ми-8 АМТ	1	исправный

Ми-172	1	исправный
Всего	7	

Таблица 2.

Парк ВС ОАО «Таджик Эйр» неэксплуатируемых по состоянию на декабрь 2020 г.

Типы ВС	Количество	Состояние
Як-40	1	хранение
Ан-28	7	хранение
Ан-24	4	хранение
Ан-26	1	хранение
Ту-134	1	хранение
Боинг 737-500	2	хранение (неисправный)
Ма-60	1	хранение от 06.02.2015г.
Всего	17	

Таблица 3.

Парк ВС ООО «Авиакомпания Somon Air» по состоянию на декабрь 2020 г.

Типы ВС	Количество	Состояние
Боинг 737-800	2	исправный
Боинг 737-900	2	исправный
Боинг 737-400	1	неисправный
Боинг 737-300	2	1 исправный 1 хранение
Вертолет Airbus H-125	1	исправный
Ми8-АМТ	1	исправный
Всего	9	

В настоящее время для ТО и поддержания лётной годности ВС каждая авиакомпания (частная или государственная) в Республике Таджикистан имеет у себя технический комплекс, которым руководит технический директор авиакомпании. Технический комплекс авиакомпании состоит из «Инжиниринга» (группа инженеров), которые занимаются документациями по поддержанию лётной годности, а также линейной станцией по техническому обслуживанию воздушных судов. В линейной станции по техническому обслуживанию воздушных судов (ВС) работают инженерно-технические персоналы, которые допускаются к выполнению работ по конкретному типу воздушного судна.

На сегодняшний день в аэропортах Республики Таджикистан, а именно в «Международном аэропорту Душанбе» и «Международном аэропорту Худжанд»

функционируют авиакомпании «Таджик Эйр» и «Сомон Эйр»[4-5]. Технический комплекс авиакомпаний «Таджик Эйр» и «Сомон Эйр» выполняют следующие работы по техническому обслуживанию воздушных судов - иностранного производства:

Периодическая проверка технического состояния ВС в определённый календарный период времени или по определённому налёту часов ВС, указанного в программе технического обслуживания (ТО) ВС, принятой в авиакомпаниях «Таджик Эйр» или «Сомон Эйр».

В техническом комплексе авиакомпаний «Таджик Эйр» и «Сомон Эйр» в международном аэропорту Душанбе выполняются следующие виды (формы) ТО:

#### а) Transitcheck

Transitcheck (транзитное ТО) — это форма технического обслуживания, выполняемая перед каждым вылетом воздушного судна, если время после посадки составляет менее трех часов[8-9].

#### б) DailyCheck

DailyCheck (ежедневный технический осмотр) — ежесуточная проверка технического состояния воздушного судна, должна выполняться каждые 48 часов; в некоторых случаях может выполняться через 96 часов.

#### в) WeeklyCheck

WeeklyCheck (еженедельный технический осмотр) — выполняется приблизительно раз в неделю. Может выполняться как днём, так и ночью. Не требует обязательного наличия помещения (ангара). Как правило, выполняется за 3-4 часа[6-9].

#### г) A-check

A-check (эй-чек) — проверка производится примерно раз в месяц или каждые пятьсот часов налёта: А1, А2, А4, А8. Чем выше цифра, тем больше объём работ. Содержание этой проверки зависит от типа самолёта, количества циклов («цикл» — вывод двигателя на взлётный режим, образно выражаясь — «квант» наработки самолёта либо вертолёта) или количества часов налёта с момента последней проверки[6-9].

#### д) B-check

B-check (би-чек) — эта проверка осуществляется примерно каждые три месяца.

В международных аэропортах Республики Таджикистан функционирует Инженерно-Авиационная Служба (ИАС), задача которой заключается в обеспечении оперативного технического обслуживания Transitcheck (транзитное ТО) для подготовки ЛА к вылету, заправки топливом, буксировке, обеспечении стоянки (на перроне), в зимний период, процедуре по противообледенительной обработке воздушного судна и т.д.

Современным техническим комплексом авиакомпании «Таджик Эйр» и «Сомон Эйр»

осуществляется техническое обслуживание таких самолетов, как Boeing 737-300/400/500/800/900, 757-200, 767-300 и Ан-28/24/26, Ма-60 вертолеты Airbus H125, Mi8-AMT, Ми-8МТВ, Ми-172 и др. и их компонентов[4-5]. Передовое оборудование и высококвалифицированный персонал позволяют значительно сократить сроки простоя ВС на вышеуказанных формах технического обслуживания, увеличить экономичность и эффективность использования ресурсов[7-9]. Постоянное расширение перечня выполняемых работ и оказываемых услуг, а также совершенствование используемых технологий являются неотъемлемой частью политики авиапредприятий Республики Таджикистан[1].

Квалификация технического персонала технического комплекса авиакомпании соответствует требованиям ICAO, Европейского Агентства Авиационной Безопасности (EASA-PART-66 и 145) и Европейским нормам (EN4179). Персонал авиапредприятий проходит обучение и стажировку у производителей авиационной техники и в Авиационных учебных центрах, одобренных Авиационной властью Республики Таджикистан.

В соответствии DOC 9760 «Руководство по летной годности» ИКАО эксплуатанты могут иметь утвержденную организацию по ТОиР в качестве составной части своей организационной структуры, либо работы по ТОиР могут выполняться по контракту одной или более организаций по ТОиР, имеющих для этого соответствующие утверждения[6]. Утверждение организации по ТОиР должно быть согласовано с государством регистрации самолетов, используемых эксплуатантом. При выдаче сертификата эксплуатанта государство эксплуатанта должно располагать всей полнотой информации о действиях государства регистрации в отношении утверждения организации по ТОиР, программы ТОиР и установления стандартов в области сохранения летной годности самолетов данного эксплуатанта. В случае, если государства ратифицировали статью 83bis, то государство регистрации может частично или в полном объеме передать государству эксплуатанта свои полномочия в области летной годности, связанные с выдачей сертификата эксплуатанта.

Пункт 8.1.1 части I Приложения 6 ИКАО возлагает на эксплуатанта обязательство обеспечить поддержание эксплуатируемых самолетов в пригодном для выполнения полетов состоянии. В соответствии с пунктом 8.1.2 эксплуатация самолета допускается только при условии выполнения его ТОиР и оформления допуска к эксплуатации утвержденной организацией по ТОиР или в рамках эквивалентной системы. Любое государство, принимая во внимание сложность конструкции

ВС и ожидаемые виды деятельности в области технической эксплуатации, может согласиться с системой, рассматриваемой в качестве эквивалентной в отношении сохранения летной годности. В этом случае допускающий персонал должен иметь свидетельства, выданные в соответствии с положениями главы 4 Приложения 1 ИКАО[6].

Отметим, что технический комплекс авиакомпании «Таджик Эйр» и «Сомон Эйр» сертифицирован для выполнения технического обслуживания, ремонта воздушного судна и соответствует требованиям Общего авиационного правила Республики Таджикистан «Сертификация организаций по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники» (ОАП РТ-145). Данные авиационные правила (ОАП РТ-145) введены в действие с 2008 г. и по настоящее время не вводились изменения и дополнения в соответствии с международными нормами ГА.

В связи с вышеизложенным и проведенными исследованиями по поддержанию летной годности ВС в авиапредприятиях гражданской авиации Республики Таджикистан необходимо провести рассмотрение нормативно-правовых актов в области гражданской авиации Республики Таджикистан. А именно необходимо ввести изменения и дополнения в Общие авиационные правила Республики Таджикистан «Сертификация организаций по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники» (ОАП РТ-145) в соответствии с DOC 9760 «Руководство по летной годности» ИКАО в целях сертификации и одобрения Организации по техническому обслуживанию[1].

### Выводы

В техническом комплексе авиакомпаний «Таджик Эйр» и «Сомон Эйр» осуществляются техническое обслуживание и комплекс новых задач, а именно инженерно-авиационное обеспечение полетов по поддержанию летной годности в целях обеспечения безопасности полётов воздушных судов, связанного с получением теоретических результатов и их апробаций с учётом реальных условий эксплуатации.

На основе анализа действующей зарубежной и российской нормативной базы, а также стандартов ИКАО по поддержанию летной годности воздушных судов дана общая характеристика состояния гражданской авиации в Республике Таджикистан.

Мировая практика по технической эксплуатации воздушных судов свидетельствует о целесообразности существования в условиях авиакомпании современного технического комплекса, осуществляющего полный комплекс

работ по поддержанию лётной годности и технического обслуживания ВС[6-9].

В связи с вышеизложенным, хочется заметить, что поддержание лётной годности и обеспечение качества технического обслуживания ВС считается оптимальным для современного поколения больших транспортных ВС. Прежде чем рассматривать эту тему далее, необходимо с нашей точки зрения ввести понятия качества, управления качеством и обеспечения качества.

В целях обеспечения качества и приведения в требуемый уровень нормативных актов гражданской авиации Республики Таджикистан необходимо внести изменения и дополнения в Общие авиационные правила Республики Таджикистан «Сертификация организаций по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники» (ОАП РТ-145) в соответствии с DOC 9760 «Руководство по лётной годности» ИКАО в целях сертификации и одобрения Организации по техническому обслуживанию.

#### Литература:

1. Гафуров Д.С. Методы совершенствования системы поддержания лётной годности воздушных судов в условиях РТ с учетом международных требований по обеспечению безопасности полетов// Диссер. 2016. 153 с.
2. С. В. Бутушин, В. В. Никонов, Ю. М. Фейгенбаум, В. С. Шапкин. Обеспечение лётной годности воздушных судов гражданской авиации по условиям прочности// М.: МГТУ ГА, 2013. – 772 с.
3. Вайсберг, И. Г. Совершенствование системы поддержания лётной годности воздушных судов гражданской авиации России// Авиасоюз. – 2014. – Вып. 1 (49). – С. 4–8.
4. Хусенов М.А., Гафуров Д.С., Муминов Ф.С. Гражданская авиация Республики Таджикистан как отрасль народного хозяйства// Материалы Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и учёных «Мухандис-2019» Часть 3, с. 203-205.
5. Хусенов М.А., Гафуров Д.С. Совершенствование парка гражданской авиации Республики Таджикистан// IV научно-практическая конференция аспирантов, магистрантов и студентов «Наука-основа инновационного развития» 24-25 апреля 2019 года Часть 2 стр. 109-112.
6. DOC 9760 «Руководство по лётной годности» ИКАО Международная организация гражданской авиации. 2001г.
7. Смирнов Н.Н. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов// Учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2007. — 83 с.
8. Чинючин Ю.М., Тарасов С.П. Сохранение лётной годности воздушных судов// М.: МГТУ ГА, 2005. — 78 с.
9. Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Техническая эксплуатация авиационного оборудования// Учебник для вузов, Транспорт, 1990. — 296 с. ISBN 5-277-00986-8

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Хусензода Мирзоазиз Ашур	Хусенов Мирзоазиз Ашурович	Khusenov Mirzoaziz
н.и.ф.-м., и.в. дотсент	к.ф.м.н., и.о. доцент	PhD in Physics and Mathematics
ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:mirzoazizkhusenov@gmail.com">mirzoazizkhusenov@gmail.com</a> , <a href="mailto:mirzo85@inbox.ru">mirzo85@inbox.ru</a> <a href="https://orcid.org/0000-0003-1220-2139">https://orcid.org/0000-0003-1220-2139</a> 56826048100		
TJ	RU	EN
Тоиров Илхом	Тоиров Илхом	Toirov Ilhom
муал. калон	стар. преподаватель	Senior Lecturer
ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:aviator-caatj@mail.ru">aviator-caatj@mail.ru</a> <a href="mailto:avia-8686@mail.ru">avia-8686@mail.ru</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-8901-7081">https://orcid.org/0000-0002-8901-7081</a>		
TJ	RU	EN
Шералиев Абдутолиб Қосимҷонович	Шералиев Абдутолиб Косимҷонович	Sheraliev Abdutolib Qosimjonovich
муал. калон, н.и.и.	стар. Преподаватель, к.э.н.	Senior Lecturer PhD in Economics
ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi

<a href="mailto:sher85.85@list.ru">sher85.85@list.ru</a>		
<a href="https://orcid.org/0000-0001-8118-7847">https://orcid.org/0000-0001-8118-7847</a>		
TJ	RU	EN
Сафаров Фузайл Метинович	Сафаров Фузайл Метинович	Safarov Fuzayl
дотсент, н.и.т.	доцент, к.т.н.	assistant professor, PhD in technical sciences
ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:fmsafarov@mail.ru">fmsafarov@mail.ru</a>		
<a href="https://orcid.org/0000-0001-8964-7342">https://orcid.org/0000-0001-8964-7342</a>		
TJ	RU	EN
Гафурзода Чалолиддин Садриддин	Гафурзода Джалолиддин Садриддин	Gafurzoda Jaloliddin Sadriddin
дотсент, н.и.т.	доцент, к.т.н.	assistant professor PhD in technical sciences
ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:maximus_509716@mail.ru">maximus_509716@mail.ru</a>		
<a href="https://orcid.org/0000-0003-4459-9329">https://orcid.org/0000-0003-4459-9329</a>		

## СОҲТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

### ПОСТ-ОБРАБОТКА СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРОГРАММЕ GLAB

А.С. Рахманов

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)

г. Москва, Российская Федерация

Метод PPP (Precise Point Positioning) является методом абсолютного позиционирования, активно применяющийся при обработке спутниковых наблюдений. В данной статье будет приведено основное понятие этого метода, ее сущность. Сейчас существует множество специализированных программ для пост-обработки спутниковых наблюдений несколькими методами, одним из которых является метод PPP. В рамках данной статьи пост-обработка спутниковых наблюдений выполнялась программой gLab (GNSS-LABoratory). В статье приведены краткие описания данной программы. В ней были обработаны измерения объемом в 30 дней. При обработке использовались следующие исходные файлы: файлы со спутниковыми наблюдениями (\*.obs), файлы, точные эфемериды (\*.sp3), файлы с навигационными данными (\*.nav), файлы со значениями часов (\*.clk\_30) и файлы, содержащие фазовые центры приемников (файл антенн \*.atx). Основной целью данной статьи является исследование сейсмической активности по результатам обработанных спутниковых наблюдений. Но для того, чтобы достичь поставленной цели, необходимо качественно обработать спутниковые наблюдения, т.е. выполнить первичную обработку и далее пост-обработку спутниковых наблюдений. Только после этого возможно анализировать и делать выводы относительно какого-либо сейсмического события. Результаты обработанных спутниковых наблюдений были визуализированы в программе gLab.

**Ключевые слова:** метод PPP, Precise Point Positioning, обработка спутниковых измерений, точные эфемериды (\*.sp3), файл антенн (фазовые центры приемников \*.atx), сейсмическая активность, Bernese, gLab, GNSS-LABoratory, teqc.

### КОРКАРДИ ЧЕНКУНИҶОИ РАДИФӢ БАРОИ МУАЙЯН НАМУДАНИ ФАЪОЛИЯТИ СЕЙСМИКӢ ДАР ҲУДУДИ ЛОКАЛӢ ДАР БАРНОМАИ КОМПЮТЕРИИ GLAB

А.С. Раҳманов

Методи PPP (мавқеъҷўйии дақиқ) методи мавқеъҷўйии абсолютӣ буда, ҳангоми мушоҳидаҳои радифӣ фаъолона истифода бурда мешавад. Дар ин мақола мафҳуми асосии ин метод, моҳияти он оварда шудааст. Ҳоло, барномаҳои зиёди компютерӣ вучуд доранд, ки барои коркард намудани мушоҳидаҳои радифӣ бо методҳои гуногун, аз он ҷумла бо методи PPP, истифода бурда мешаванд. Дар мақолаи мазкур, коркарди мушоҳидаҳои радифӣ дар барномаи gLab (GNSS-LABoratory) иҷро карда шудааст. Дар мақола тавсияҳои муҳтасар оиди барномаи gLab оварда шудаанд. Дар ин барнома мушоҳидаҳои радифӣ дар ҳаҷми 30-рӯз коркард шудаанд. Ҳангоми коркард намудан, маълумотҳои ибтидоии зерин истифода шуда буданд: мушоҳидаҳои радифӣ (\*.obs), эфемирадаҳои дақиқ (\*.sp3), маълумотҳои навигатсионӣ (\*.nav), киматҳои дақиқи вақт (\*.clk\_30), маълумотҳои маркази фазавии қабулкунақҳо (\*.atx). Ҳадафи асосии ин мақола тадқиқ намудани фаъолияти сейсмикӣ аз натиҷаҳои коркарди мушоҳидаҳои радифӣ мебошад. Барои ба ҳадаф расидан, бояд маълумотҳо хуб коркард карда бошанд, яъне коркарди ибтидоӣ ва интиҳои мушоҳидаҳои радифиро гузаронидан лозим аст. Танҳо баъди гузаронидани ин гуна коркардҳо таҳлилқунӣ ва ҳулосабарорӣ оиди ҳодисаи сейсмикии лозима, ба қадре имкопазир мешавад. Натиҷаҳои коркарди мушоҳидаҳои радифӣ дар шакли графикҳо дар барномаи gLab тасвир карда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** методи PPP, мавқеъҷўйии дақиқ, коркарди ченкуниҳои радифӣ, эфемирадаҳои дақиқ (\*.sp3), фаъолияти сейсмикӣ, файл бо маълумоти антеннаҳо (маркази фазавии қабулкунақҳо \*.atx), Bernese, gLab, GNSS-LABoratory, teqc.

### POST-PROCESSING OF SATELLITE OBSERVATIONS TO DETECT THE SEISMIC ACTIVITY OF LOCAL TERRITORIES IN THE GLAB SOFTWARE

A.S. Rakhmanov

The PPP (Precise Point Positioning) method is an absolute positioning method that is actively used in the processing of satellite observations. This article will present the basic concept of this method, its essence. Now, there are many specialized softwares for post-processing satellite observations by several methods, one of which is the PPP method. For the purposes of this article, post-processing of satellite observations was performed by the gLab (GNSS-LABoratory) software.

The article provides brief descriptions of this program. It processed observations with a volume of 30 days. The following source of GNSS files were used for processing: daily 30-second data (\*.obs), precise orbits (\*.sp3), broadcast ephemeris data (\*.nav), 30-second clock products (\*.clk\_30), and antex file (\*.atx). The main purpose of this article is to study the seismic activity based on the results of processed satellite observations. But in order to achieve this goal, it is necessary to process satellite observations qualitatively, i.e. to perform primary processing and then post-processing of satellite observations. Only after that it is possible to analyze and draw conclusions about some seismic event. The results of the processed satellite observations were visualized in the gLab software.

**Key words:** PPP method, Precise Point Positioning, processing of satellite observations, precise orbits (\*.sp3), antex file (\*.atx), seismic activity, Bernese, gLab, GNSS-LABoratory, teqc.

#### Введение

Спутниковые измерения и программы для их обработки стали актуальными в наши дни, благодаря оперативной и эффективной обработке большого массива измерительных

данных. Существует множество различных коммерческих и некоммерческих программ для обработки спутниковых измерений.

Для исследования сейсмической активности используется сеть наземных GPS станций,



которая доступна на сайте Службы Международной Глобальной Навигационной Спутниковой Системы. С помощью спутниковых наблюдений наземными станциями исследуются сейсмическая активность, смещения и скорости движения тектонических плит или блоков земной коры в каком-либо направлении в году. Многочисленные исследования [1,2] в этой области доказывают эффективность спутниковых наблюдений. Исследование сейсмической активности данным способом является довольно трудоемким, т.к. необходимо выполнить пост-обработку большого объема спутниковых наблюдений. Подобные исследования активно проводятся в Японии и в Южной Калифорнии (вдоль разлома Сан-Андреас).

Основной целью данной статьи является исследование сейсмической активности по результатам обработанных спутниковых наблюдений.

В данной статье коротко будут рассмотрены следующие основные (по мнению автора) задачи:

- Предварительное редактирование и выбор исходных данных, файлов спутниковых наблюдений (\*.obs), точных эфемерид (\*.sp3), файлов поправок к часам спутников (\*.clk\_30) и файла фазовых центров приемников (\*.atx);
- Качественная и надежная обработка спутниковых измерений с применением метода PPP PPP [3, 4];
- Анализ и выводы по результатам обработки спутниковых наблюдений.

При первичной и пост-обработке спутниковых наблюдений и визуализации результатов автор руководствовался [5, 6].

Объектом исследования в рамках данной статьи является программное обеспечение *gLab* в качестве инструмента для исследования сейсмической активности.

### Теория решения или технология выполнения

Метод точного позиционирования (метод PPP) является частным случаем абсолютного метода позиционирования, который первоначально применялся для пост-обработки спутниковых наблюдений с помощью сервера, получающего данные от движущегося приемника и имеющего информацию о точной позиции и погрешности часов спутников. Некоторые общественные организации (IGS, CDDIS) предоставляют такую информацию практически в реальном времени через интернет-сайты, поэтому пост-обработка может также проводиться в реальном времени. Уточнение сигнала в реальном времени может проводиться благодаря вещанию эфемерид и погрешности часов навигационных спутников с помощью геостационарных космических аппаратов. Один из недостатков заключается в том, что уточнение в реальном времени требует времени на подготовку (также время сходимости), которое составляет для приемника около 30 минут [7].

Обработка спутниковых наблюдений выполняется в два этапа. Первичная обработка спутниковых наблюдений выполняется с помощью утилиты **TEQC**, которая предназначена для перевода наблюдений в формат RINEX, тайминга и проверки качества наблюдений. Пост-обработка или вторичная обработка этих наблюдений может выполняться в ряде программных обеспечений или программных пакетов.

): **GAMIT/GLOBK/TRACK**, **GIPSY-OASIS II (GOA II)**, **RTKLIB**, **GPSTk**, **gLAB**, **Bernese**, **Trimble Business Center (TBC)**, **RTNet**. Для выполнения пост-обработки в вышеупомянутых программных обеспечениях или программных пакетах необходимы файлы, в которых содержатся GNSS-наблюдения станций, точные эфемериды и значения смещения фазового центра приемников станций.

Таблица 1.

Программные обеспечения и программные пакеты для пост-обработки спутниковых наблюдений.

№	Название программного обеспечения/пакета	Возможности получения ПО	Разработчики
1.	GAMIT/GLOBK/TRACK	Для научно-исследовательских целей	Массачусетский институт технологий (MIT)
2.	GIPSY-OASIS II (GOA II)		Лаборатория реактивного движения (JPL)
3.	RTKLIB	Открытый доступ	Томоджи Такацу
4.	GPSTk		Лаборатории прикладных исследований (ARL), Техасский университет в Остине
5.	gLAB		Европейское космическое агентство (ESA)
6.	Bernese	Коммерческая программа	Астрономический институт Бернского университета (AIUB)
7.	Trimble Business Center (TBC)		Trimble

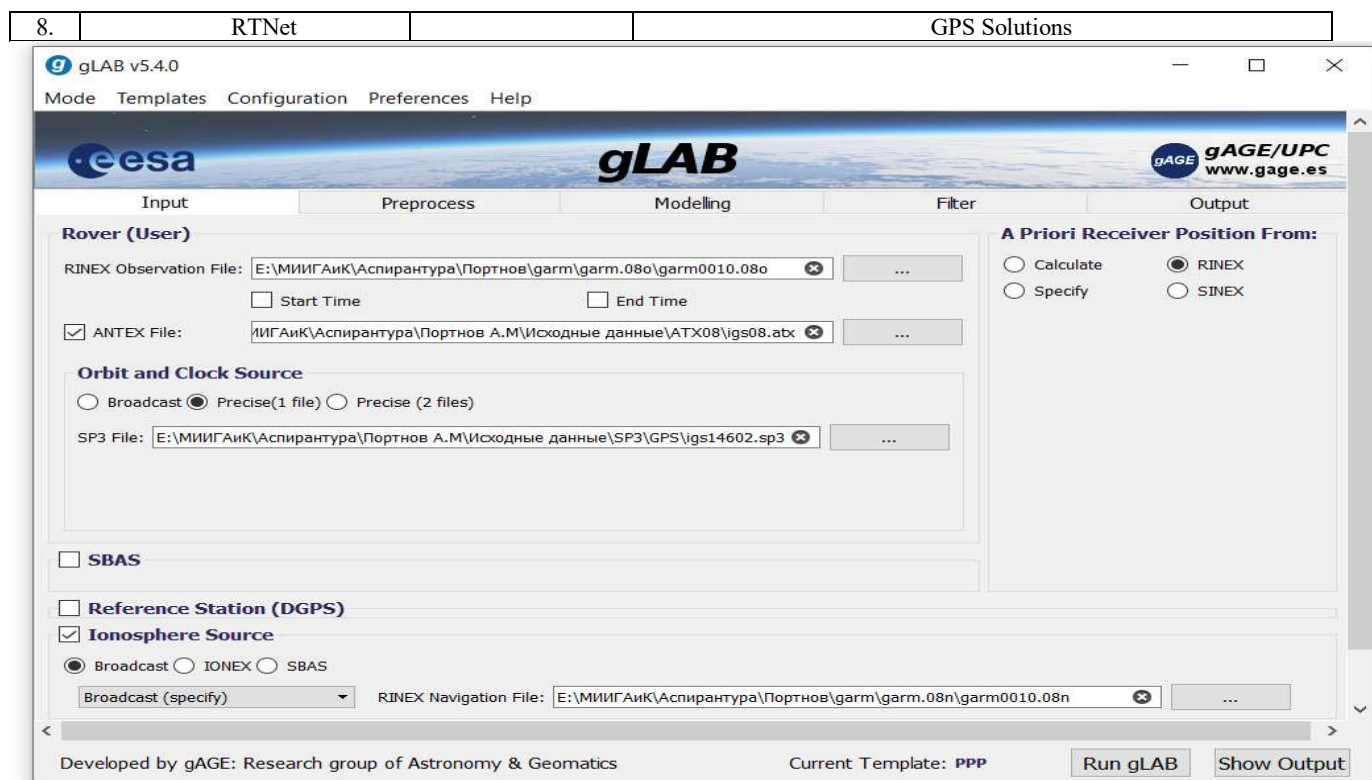


Рис. 1. Интерфейс программы gLab.

В нашем случае пост-обработка выполняется **методом точного позиционирования** (Precise Point Positioning – PPP) [3, 4]. В результате пост-обработки вычисляются координаты станции на определенную эпоху с некоторым временным интервалом, например, с интервалом в 30 сек. Далее все это визуализируется средствами тех же программных пакетов, далее по визуализированным данным, т.е. графикам, анализируется положение станции и даются соответствующие выводы.

В статье пост-обработка спутниковых наблюдений была произведена с помощью программы gLab, являющейся интерактивным и удобным образовательным многоцелевым программным пакетом для обработки и анализа ГНСС данных с сантиметровой точностью, разработкой которой занимается Европейское Космическое Агентство (ЕКА). Использование и функциональные возможности данного программного инструмента подробно описаны и проиллюстрированы в [5, 6] с выполненными примерами практических заданий. gLAB (Рис. 1) показан интерфейс данной программы с отображением методов пост-обработки спутниковых наблюдений.

gLab позволяет обработать спутниковые наблюдения 4 разными методами:

- метод стандартного позиционирования – Standard Point Positioning (SPP);
- метод точного позиционирования – Precise Point Positioning (PPP);

- метод малых базовых линий – Small Baseline Sunset (SBAS);
- метод дифференциального режима ГНСС – Differential GNSS (DGNSS).

Инструментарий gLAB дополнительно состоит из простых подпрограмм (утилит), реализующих различные алгоритмы, включающие задание входных файлов, предобработку, моделирование, фильтрацию и задания параметров выходного файла, а также конвертирования, анализа и сравнения орбит спутников со значениями часов, описанными в [5, 6].

Основными исходными данными при обработке методом PPP являются файлы точных эфемерид (орбиты ИСЗ \*.sp3), файл с навигационными данными спутников (\*.nav), поправок к часам спутников (clk\_30) и файл фазовых центров приемников (файл антенн \*.atx). Все перечисленные файлы можно найти и скачать на ftp-серверах сайте Службы Международной Глобальной Навигационной Спутниковой Системы – International GNSS Service (IGS) или UNAVCO (некоммерческая организация, финансируемая Национальным фондом и Национальным Управлением по авиации и космосу, занимающийся исследованием геофизики и геодезии). IGS собирает спутниковые наблюдения из более, чем с 400 активных (непрерывно действующих) наземных GPS-станций, расположенных по всему миру, и входящий в сеть IGS, в том числе

и в России, и в Таджикистане (всего 3 станции) (Рис. 2).

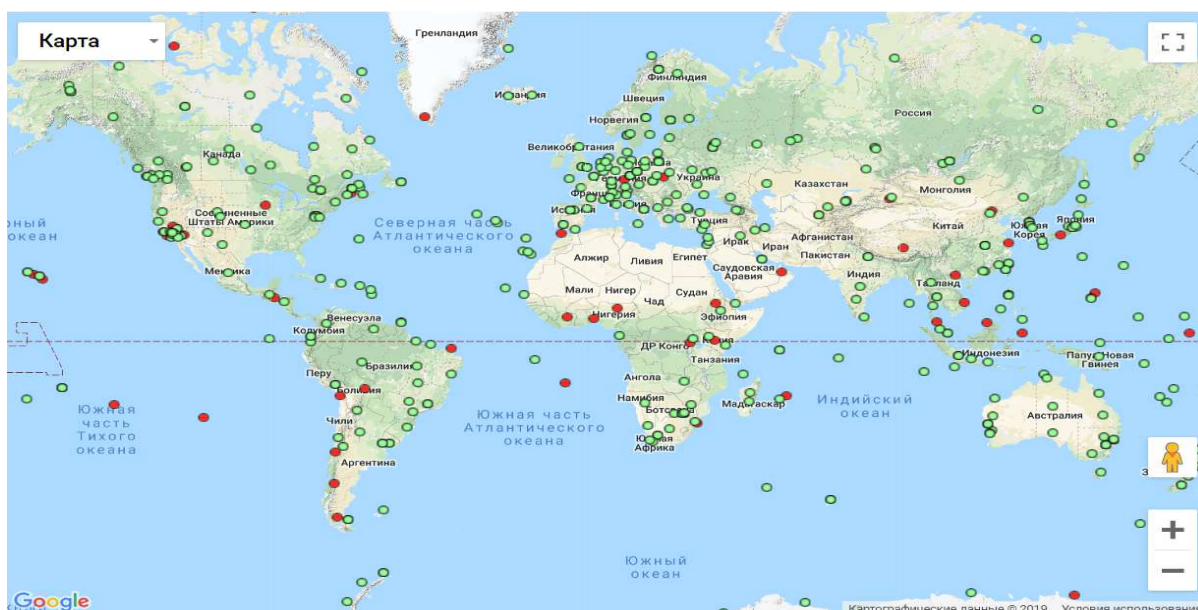


Рис. 2. Расположение станций международной службы ГНСС.

IGS предоставляет пользователям информацию бесплатно, однако существуют и коммерческие сервисы, например, OmniStar, предлагающий данные для обработки методом PPP, в том числе и в режиме реального времени. Файлы эфемерид и поправок к часам навигационных спутников могут быть [5]:

- предварительно рассчитанными (Predicted), по которым возможна обработка результатов измерений методом PPP в режиме реального времени;

- срочными (Rapid), доступными через промежуток от нескольких часов до двух суток;

- окончательными (Final), доступными через 2–3 недели (минимум измерения накопленные и обработанные за период в 14 дней).

Для обработки измерений мы использовали последнюю категорию точных эфемерид (Final), т.к. она является более точным решением орбит

Таблица 2.

Точности эфемерид.

Данные	Эфемериды (real time)	Сверхбыстрые (Ultra-Rapid)		Срочные (17-41 часов)	Окончательн. (12-18 дней)
		Предвар. (15 мин.)	Измер. (3-9 часов) (15 мин.)		
Орбиты GPS	~100 см (2 ч.)	~5 см (15 мин.)	~3 см (15 мин.)	~2.5 см (15 мин.)	~2.5 см (15 мин.)
Часы GPS	~5 нс (день)	~3 нс (15 мин.)	~150 см (15 мин.)	~75 пкс (5 мин.)	~75 пкс (30 с.)

ИСЗ по сравнению с двумя его предшественниками.

Основным фактором, который влияет на результаты обработки измерений методом PPP – это продолжительность измерений. Авторы [8, 9] отмечают, что сходящееся решение, обеспечивающее определение местоположения с предельной погрешностью 0.1 м и точнее, может быть получено при продолжительности непрерывных наблюдений не менее 30 минут.

Обработка данных проходила в следующие этапы:

1. Сначала были скачены исходные данные: RINEX-файлы измерений версии 2.11 (<ftp://cddis.nasa.gov/gnss/data/daily>), точные эфемериды и поправки к часам спутников (<ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/products/>);

2. Пост-обработка спутниковых наблюдений выполнялась в gLab методом PPP.

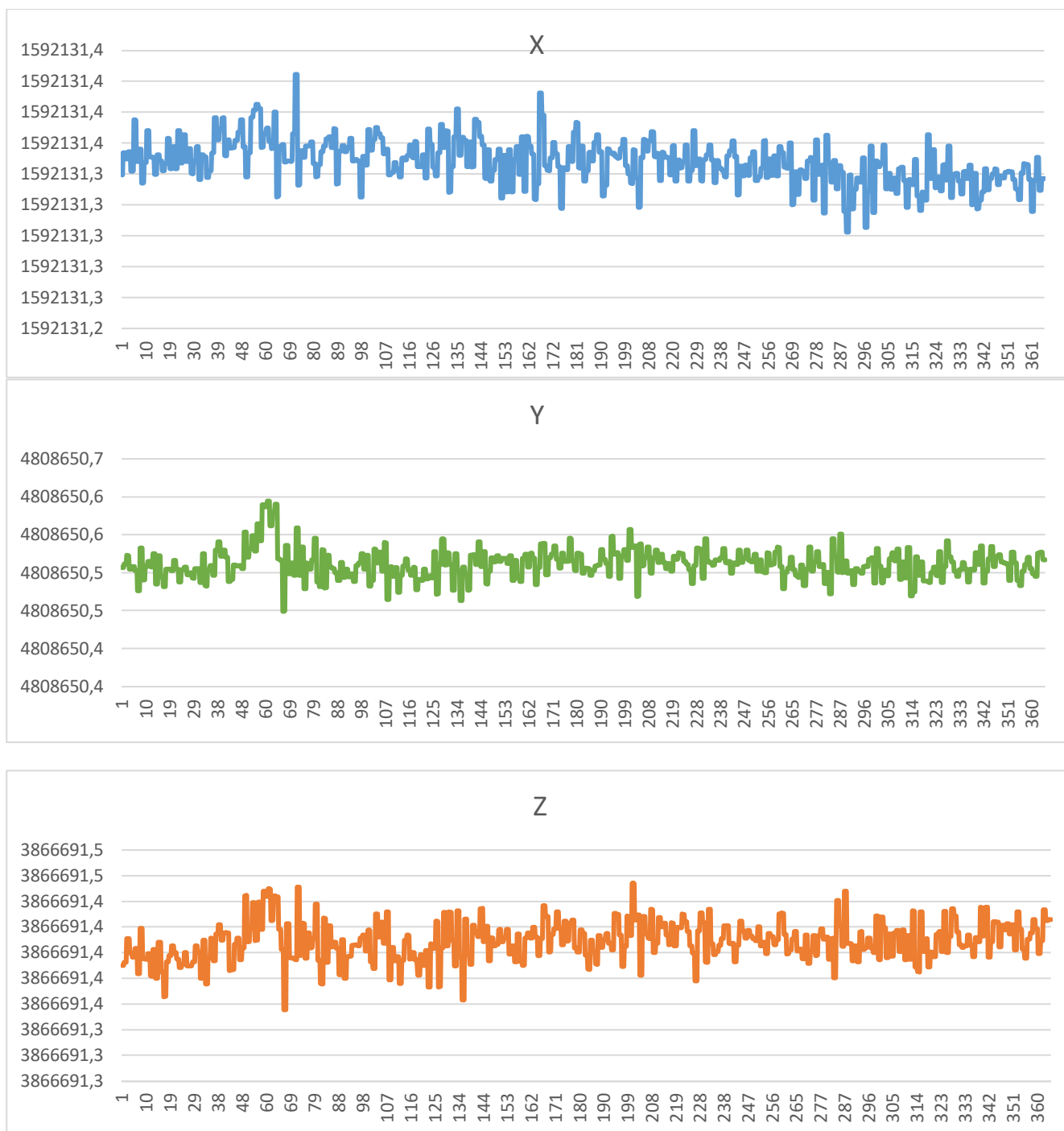


Рис. 3. Результаты пост-обработки спутниковых наблюдений.

На (Рис. 3) приведены графики из пост-обработки спутниковых наблюдений станции GARM за 2010 г. К сожалению, сейсмическое событие выявить не удалось, т.к. спутниковые наблюдения были в интервале 30 секунд. Но есть возможность выявить последствия этих сейсмических активностей, например, векторы смещения.

**Выводы**

В статье кратко были рассмотрены основные составляющие при исследовании сейсмоактивности.

Вывод для исследования или выявления сейсмической активности - необходимо в первую очередь обратить внимание на исходные данные:

Файл спутниковых наблюдений (это непосредственно RINEX-файлы) с высокой дискретизацией (имеются в виду высокочастотные файлы измерений в диапазоне 0,1, 0,2, ..., 1, 2 и 5 Гц.

На серверах IGS были найдены спутниковые наблюдения только для трех станций SHTZ (г. Шаартуз), GARM (г. Гарм) и MANM (г. Мургаб) с интервалом в 30 секунд. По данным

наблюдениям невозможно исследовать сейсмическую активность, но возможно исследовать продолжительные движения или смещения, например, вдоль Тянь-Шанского разлома.

При пост-обработке использовать только точные эфемериды (финальные орбиты ИСЗ \*.sp3);

Поправки к спутниковым часам должны иметь 30 секундную или меньшую интервальную дискретизацию;

При пост-обработке использовать поправки в фазовые центры приемников (этот файл является единым для всех антенн \*.atx);

Опционально используют другие файлы разных измерений (файл ионосферной и тропосферной задержки, DBS-файлы и др.)

### Литература:

1. Горшков В.Л., Мохнаткин А.В., Щербакова В.Н., «База скоростей станций ГНСС Восточно-Европейской платформы для решения научных и прикладных задач,» Геодезия и картография, т. 82, № 1, pp. 34-44, 2021.
2. P. Xu, C. Shi, R. Fang, J. Liu, "High-rate precise point positioning (PPP) to measure seismic wave motions: an experimental comparison of GPS PPP with inertial measurement units," Journal of Geodesy, vol. 87(4), p. 361–372, 2012.
3. Шевчук С.О., Мелеск А.Х., Косарев Н.С., «Исследование точности метода PPP для навигационно-геодезического обеспечения геофизических работ,» Геопрофи, № 3, pp. 10-15, 2016.
4. Шевчук С.О., Косарев Н.С., Зюзин Ю.М., Мелеск А.Х., «Контроль координат и высот пунктов гравиметрических наблюдений методом PPP,» Интерэкспо Гео-Сибирь, т. 1, № 1, pp. 18-27, 2019.
5. J. Sanz Subirana, J.M. Juan Zornoza, M. Hernandez-Pajares, GNSS Data Processing, Volume I: Fundamentals and Algorithms, vol. 1, K. Fletcher, Ed., Noordwijk: ESA Communications, European Space Agency, 2013, p. 238.
6. J. Sanz Subirana, J.M. Juan Zornoza, M. Hernandez-Pajares, GNSS Data Processing, Volume II: Laboratory Exercises, т. 2, K. Fletcher, Ред., Noordwijk: ESA Communications, European Space Agency, 2013, p. 344.
7. С.О. Шевчук, А.Х. Мелеск, Н.С. Косарев., «Исследование точности метода PPP для навигационно-геодезического обеспечения геофизических работ,» Геопрофи, № 3, pp. 10-15, 2016.
8. S. Bisnath, Y. Gao, "Precise Point Positioning - A powerful Technique with a Promising Future," GPS World, no. 4, pp. 43-50, 2009.
9. R.J.P.Bree, C.C.J.M. Tiberius, "Real time Single Frequency Precise Point Positioning: accuracy assessment," GPS Solutions, vol. 16, no. 2, pp. 259-266, 2012.
10. К.М. Антонович, Л.А. Липатников, «Совершенствование методики точного дифференциального позиционирования по результатам ГНСС измерений (Precise Point Positioning),» Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, № 4/с, pp. 44-47, 2013.
11. Fouskakis, D., D. Draper, "Stochastic Optimization: a Review.," International Statistical Review, vol. 70, no. 3, pp. 315-349, 2002.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Рахманов Аличон Саматович	Рахманов Алиджон Саматович	Rakhmanov Alijon Samatovich
аспирант	аспирант	graduate student
Донишоҳи давлатии геодезия ва картографияи Маскав	Московский государственный университет геодезии и картографии	Moscow State University of Geodesy and Cartography
	alirakhmonov96@mail.ru	

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

К.Р. Рабиев

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В работе рассмотрены основные положения конструирования оснований и фундаментов строительных объектов на грунтах с просадочными свойствами в специфических природно-климатических условиях Таджикистана. В результате разработаны некоторые положения по конструированию оснований и фундаментов гражданских зданий, возводимых на территории республики.

Почти все крупные города страны (Душанбе, Бохтар, Куляб, Норак и др.) расположены на значительных толщах просадочных грунтов, которые служат основаниями эксплуатируемых и возводимых зданий и сооружений. Центр страны г. Душанбе по географическому расположению находится в центральной части, где в основном имеются грунты в виде лёссовых пород четвертичного отложения, так называемые лёссовидные суглинки.

Статья посвящена проектированию и устройству армированных массивов в основаниях фундаментов зданий и сооружений, возводимых на лёссовых грунтах II типа просадочности. Предложены методы улучшения несущей способности грунтов основания, основные принципы проектирования и требования к устройству оснований.

**Ключевые слова:** фундамент, основания, просадочный грунт, склон, здание, мероприятия, устойчивость, уплотнение, массив, прочность.

### ТАЪМИНИ УСТУВОРИИ БИНОҶО ВА ИНШОҶОТ ДАР ХОҚҶОИ ФУРҶИНИШИН

К.Р. Рабиев

Дар мақола муқаррароти асосии тарҳрезии асос ва таҳкурсии иншоотҳои сохтмонӣ дар ҳоқҳои фурӯнишин, дар шароити махсуси табиӣ-иклимии Тоҷикистон мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Дар натиҷа оид ба тарҳрезии асос ва таҳкурсии биноҳои шахравандӣ, ки дар ҳудуди ҷумҳурӣ сохта мешаванд, тавсияҳо пешниҳод карда шудаанд.

Қариб ҳамаи шаҳрҳои калони кишвар (Душанбе, Бохтар, Кӯлоб, Норак ва ғайра) дар қабатҳои назарраси ҳоқҳои фурӯнишин ҷойгиранд, ки ҳамчун асоси объектҳои сохтмони истифодашаванда ва бунёдшуда хизмат мекунанд. Пойтахти ҷумҳурӣ ш. Душанбе дар қисмати марказии ҷумҳурӣ ҷойгир аст, ки дар он намудҳои сафедхӯкҳои чорумдараҷа паҳн шудаанд, ки бо гилхӯкҳои муаррифӣ шудаанд.

Мақола ба лоиҳакашӣ ва сохтани массивҳои армирунишуда дар асосҳои таҳкурсии биноҳо ва иншоот, ки дар сафедхӯкҳои навъи II фурӯнишинӣ сохта шудаанд, бахшида шудааст. Усулҳои баланд бардоштани қобиляти борбардорӣ, принципҳои лоиҳакашӣ ва талабот ба омодагии асосҳои пешниҳод карда мешаванд.

**Калимаҳои калидӣ:** таҳкурсии, асос, хоки фурӯнишин, нишебӣ, бино, чорабинӣ, мустаҳкамӣ, зичкунӣ, массив, устуворӣ.

### ENSURING THE STRENGTH OF BUILDINGS AND STRUCTURES ON INSULATED SOILS

K.R. Rabiev

The paper considers the main provisions of the design of foundations and foundations of building objects on soils with subsidence properties in specific special natural and climatic conditions of Tajikistan. As a result, some provisions have been developed for the design of the foundations and foundations of civil buildings erected on the territory of the republic.

Almost all large cities of the country (Dushanbe, Bokhtar, Kulyab, Norak, etc.) are located on significant strata of subsiding soils, which serve as the foundations of buildings and structures in operation and being erected. The center of the country, the city of Dushanbe, is geographically located in the central part, where there are mainly soils in the form of loess rocks of the Quaternary deposits, the so-called loess-like loams.

The article is devoted to the design and construction of reinforced massifs in the foundations of buildings and structures erected on loess soils of the II type of subsidence. Methods for improving the bearing capacity of foundation soils, basic design principles and requirements for foundation construction are proposed.

**Key words:** Foundation, ground, subsiding soil, slope, building, activity, steadiness, seals, massif, strength.

#### Введение

Проектирование оснований и фундаментов сопряжено с решением двух основных задач, первая из которых связана с обеспечением необходимой прочности и устойчивости сооружения, а вторая – с принятием наиболее экономичного конструктивного решения с точки зрения расхода материалов, объема и трудоемкости строительных работ.

#### Цель работы:

- выявление основных требований к устройству оснований;
- разработка основополагающих принципов проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах;
- предложения по методике улучшения несущей способности грунтов основания;

- разработка рекомендаций по определению размеров песчаной подушки.

#### Методология и методы проведения работы

Анализ существующих методов усиления слабого глинистого основания на основе отечественного опыта инженеров-геотехников.

**Требования к устройству оснований:** Основания и фундаменты зданий и сооружений должны проектироваться [1]:

- а) с полной прорезкой просадочных грунтов фундаментами;
- б) с комплексом мероприятий, включающих:
  - подготовку основания с целью ликвидации просадочных свойств в пределах деформируемой зоны от нагрузки фундаментов;
  - водозащитные мероприятия;

- конструктивные меры, обеспечивающие прочность, устойчивость и эксплуатационную надёжность зданий при деформациях основания.

При проектировании оснований фундаментов наряду с вышеуказанными требованиями должны учитываться:

а) коэффициенты надёжности и устойчивости  $K_{н.д.}$  застраиваемого и прилегающих склонов, возможность их изменения при устройстве планировочных насыпей и выемок, расположения зданий и сооружений, а также применяемые мероприятия по повышению устойчивости склонов;

б) основные характеристики просадочных грунтов и возможные величины просадочных деформаций грунтов основания.

#### Общие принципы

На неустойчивых склонах, выбор и проектирование мероприятий по обеспечению прочности и нормальной эксплуатации зданий на просадочных грунтах выполняется с учётом одновременного обеспечения полной устойчивости склонов.

При наличии и возможности проявления физико-геологических явлений необходимо:

- разработать и осуществить систему мер по ликвидации возможности возникновения и дальнейшего развития физико-геологических явлений и процессов;

- все овраги, суффозионные воронки и полости засыпать глинистым местным грунтом с уплотнением его плотности сухого грунта не менее  $1,6 \text{ т/м}^2$ ;

- ликвидировать последствия оползней, оплывин и т.д. и при необходимости укрепить эти участки склонов.

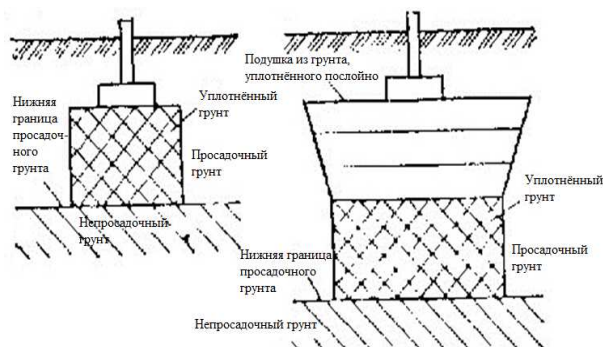


Рис.1. Конструктивные решения фундаментов, возводимых на просадочных грунтах в основании I типа.

Для полного исключения просадки грунтов основания I типа на площади деформируемой зоны от нагрузки, воспринимаемой от фундаментных конструкций, необходимо использовать один из нижеследующих видов подготовки оснований:

а) использование тяжёлой трамбовки;

б) использование местных грунтов, грунто-известковых смесей и т.п. для подготовки грунтовой подушки;

в) использование двухслойного уплотнения грунтов основания, в том числе использование тяжёлой трамбовки и предусмотренной грунтовой подушки сверх уплотнённого слоя.

Использование тяжёлой трамбовки для уплотнения применяется на грунтах с показателем степени влажности  $G < 0,7$  с целью [2]:

а) устранения просадочных свойств грунтов в пределах всей или части деформируемой зоны от нагрузки фундаментов;

б) создания в основании здания сплошного маловодопроницаемого экрана, препятствующего интенсивному замачиванию нижележащих просадочных грунтов;

в) повышения степени плотности, прочностных характеристик и снижения сжимаемости грунтов;

г) повышения коэффициента устойчивости склона.

Двухслойное уплотнение грунтов обычно осуществляется при необходимости достижения уплотнённого слоя толщиной более 3,0 м. Использование грунтовых подушек допускается при степени влажности грунтов  $G > 0,7$ , отсутствии кранов-экскаваторов для поверхностного уплотнения, близком расположении уплотняемой поверхности от существующих зданий и сооружений и необходимости получения уплотнённого слоя большой толщины [2].

Необходимая глубина уплотнения и толщина грунтовой подушки назначается с учётом толщины деформируемой зоны, при этом нижняя граница уплотнённого слоя не менее чем на 1 м должна быть ниже поверхности склона.

Уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием, в том числе с глубинными взрывами выполняется для устранения просадочных свойств грунтов от их собственного веса, перевода грунтовых условий из II в I тип по просадочности и применяется:

- в пределах территорий с уклонами до  $15^\circ$ ;
- на устойчивых склонах.

Для устранения просадок грунтов в пределах деформируемой зоны от нагрузки фундаментов метод замачивания применяется в комплексе с одним из вышеуказанных методов.

Полное исключение возможности просадок грунтов армированием толщи грунтов основания элементами значительной прочности основывается на увеличении общей прочности массива до величин, превышающих действующие в нём суммарные напряжения, возникающие при просадках окружающих грунтов от их собственного веса и обеспечении

совместной работы грунта армирующих элементов.

Конструктивное армирование слоя просадочных грунтов элементами более значительной прочности принимается:

- под отдельными зданиями и сооружениями на неустойчивых склонах;
- как противооползневые мероприятия на застраиваемых склонах для обеспечения их устойчивости.

Армирование толщ просадочных грунтов элементами повышенной прочности осуществляется, как правило, путём [3,4]:

а) пробивки скважин трамбовками с образованием вокруг них уплотнённой зоны, уширенного основания втрамбовыванием в дно скважины жёсткого достаточно прочного материала и последующим заполнением скважины жёстким достаточно прочным материалом с уплотнением той же трамбовкой;

б) закрепления грунтов силикатизацией или обжигом в виде отдельных столбов с увеличением их диаметра и прочности по глубине.

Армирующие массивы обычно должны располагаться в шахматном порядке на расстояниях, при которых обеспечивается их совместная работа с окружающим грунтом и требуемой прочностью массива.

Полная прорезка просадочных грунтов принимается, как правило, на неустойчивых склонах и необходимости одновременного повышения их устойчивости при:

- наличии под просадочными грунтами подстилающего слоя повышенной прочности и несущей способности;
- строительстве зданий повышенной этажности;
- использовании мероприятий по снижению сил нагружающего трения на опии, возникающие при просадках окружающих грунтов от их собственного веса [4].

Параметры армирования просадочной толщи элементами повышенной прочности и жёсткости должны назначаться из условия устранения просадок грунтов в основании зданий и сооружений, обеспечения несущей способности при просадках окружающих грунтов от собственного веса и сейсмических воздействий. А также наиболее полного использования несущей способности составляющих армированный массив элементов. Нижние концы армирующих элементов следует опирать на практически несжимаемые песчаные грунты, глинистые грунты твёрдой консистенции, гравийно-галечниковые, крупнообломочные грунты.



Рис.2. Усиление грунтового основания под фундаментом армированием (а), при устройстве насыпи (б), обратной засылке (в).

Подушки из уплотнённого грунта, выполняемые по верху армированных массивов в основаниях зданий и сооружений, возводимых на просадочных грунтах в сейсмических районах, должны проектироваться с учётом необходимости исключения просадочных свойств грунтов в пределах деформируемой зоны и обеспечения несущей способности фундаментов при сейсмических воздействиях.

### Определение размеров песчаной подушки

Для определения размеров песчаной подушки был принят метод, предложенный Н.А. Цытовичем [5].

Высота песчаной подушки определяется по следующей формуле.

$$h_{п} = b * K_1$$

где  $h_{п}$  – высота песчаной подушки;

$b$  – наименьший размер подошвы фундамента;

$K_1$  – коэффициент, определяемый из графика 1 в зависимости от соотношения  $R_n/R_c$  и  $a/b$ ;

$R_n$  – расчетное сопротивление грунта подушки;

$R_c$  – расчетное сопротивление слабого слоя;

$a, b$  – размеры фундамента в плане.

Для определения ширины подушки принимают угол распределения давления, при котором  $\alpha = 30^\circ - 45^\circ$ .

$$b_{п} = b + 2h_{п} \operatorname{tg} \alpha$$

где:  $\operatorname{tg} \alpha$  – угол заложения подушки.

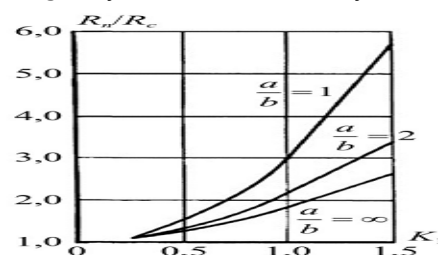


Рис.3. Номограмма для определения высоты грунтовой подушки по методу Н.А. Цытовича.

Принимаем по МҚС ҚТ 50-01-2007 (Основания и фундаменты зданий и сооружений), [6]  $R_{п} =$



400 кПа (таблица 5.2), как для песка средней крупности и  $R_c = 250$  кПа (таблица 5.4.).

$$R_n/R_c = 400/250 = 1,6$$

Если  $R_n/R_c = 1,6$ , принимаем из графика (рис.3)  $K_1 = 0.85$ .

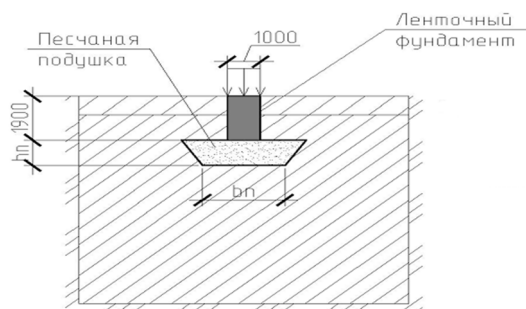
Затем определяем высоту песчаной подушки.

$$h_n = 1 * 0,85 = 0,85, \text{ принимаем } h_n = 1,0 \text{ м}$$

Определяем ширину подушки

$$b_n = 1 + 2 * 0,85 * tg35 = 2,19 \text{ примем } b_n = 2,5 \text{ м}$$

Рис.4. Общий вид расчетной схемы песчаной подушки.



### Выводы

В заключении можно сказать, что строительство зданий и сооружений на грунтах II типа просадочности является одной из самых актуальных проблем в Республике Таджикистан. Поэтому при строительстве на просадочных грунтах необходимо уделять особое внимание на ранней стадии проектирования к основаниям и фундаментам, так как прочность и устойчивость зданий и сооружений сильно зависит от вышеотмеченных пунктов.

### Литература:

1. Рабиев К.Р. Архитектурно-строительное проектирование зданий и сооружений на лёссовых просадочных грунтах в условиях сложного рельефа / К. Р. Рабиев, Н. К. Файзуллозода, Ф. Н. Хасанов // Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования. № 4 (52). - 2020. С. 111-117.
2. Рекомендации по застройке холмистых территорий Республики Таджикистан // Агентство по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан. ОАО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт САНИИОСП». Душанбе – 2008г. - 138 с.
3. Рабиев К.Р. Фундаменты малоэтажных зданий в виде системы песчаных подушек с контурным армированием / К. Р. Рабиев // Новые технологии – нефтегазовому региону: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тюмень: ТИУ, 2018. – Т. IV. – С. 277-280;
4. Проектирование зданий в особых условиях строительства и эксплуатации: учебное пособие / ТГТУ; ред. В. М. Антонов., В. В. Леденев., В. И. Скрылев. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2002. – 143 с.
5. Основания и фундаменты / Н.А. Цытович, В.Г. Березанцев, Б.И. Далматов, М.Ю. Абелев; под ред. чл.-коор. АН СССР проф. Н.А. Цытовича. – М.: Высш. школа, 1970. – 384 с.
6. МКС ЧТ 50-01-2007 Основания и фундаменты зданий и сооружений. Душанбе – 2016. – 80 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Рабиев Комрон Рахматович	Рабиев Комрон Рахматович	Rabiev Komron Rakhmatovich
докторанты PhD	докторант PhD	PhD student
ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:rabiev.1995@mail.ru">rabiev.1995@mail.ru</a>		

## УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА

Н. Хайруллозода<sup>1</sup>, Ф.Х. Насруллоев<sup>2</sup>, М.М. Сафарова<sup>3</sup>, С.К Давлатшоев<sup>4</sup>, З.В.Кобули<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Таджикский технический университет имени академика. М.С. Осими

<sup>3,4,5</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

В области решения задач инженерной геологии и геомеханики часто приходится строить геомеханические модели, использование которых позволяет повышать эффективность разработки или эксплуатации исследуемых объектов. Одними из входных параметров таких моделей являются статические упругие модули горных пород, которые определяются сейсмоакустическими методами. В настоящей статье рассматриваются результаты ультразвуковых измерений на участках машинного зала и трансформаторного помещения Рогунской ГЭС. Цель работы – определение упругих и прочностных характеристик бетона в конструкции после длительного перерыва в строительстве. Определение упругих и прочностных показателей бетона выполнено по материалам, полученным по данным ультразвуковых исследований на всех измерительных площадках. Применение ультразвука для исследований обеспечивает наивысшую точность измерения акустических свойств горных пород. Среди полевых методов изучения акустических характеристик горных пород наибольшее распространение получили методы ультразвукового каротажа, ультразвукового просвечивания образцов и поверхностного профилирования. В статье приведены один из ультразвуковых способов и прибор для исследования физико-механических свойств образцов горных пород.

**Ключевые слова:** упругость, прочность, бетон, ультразвук, машинный зал, трансформаторное помещение, измерительные площадки, продольные волны, поперечные волны.

## УСУЛҶОИ АКУСТИКИИ УЛТРАСАДОИ БАРОИ ОМУЗИШИ ХУСУСИЯТҶО ВА ҚУВВАТНОКИИ БЕТОН

Н. Хайруллозода, Ф.Х. Насруллоев, М.М. Сафарова, С.К Давлатшоев, З.В. Кобули

Дар соҳаи ҳалли масъалаҳои геологияи муҳандисӣ ва геомеханика аксар вақт сохтани моделҳои геомеханикӣ зарур аст, ки истифодаи онҳо имкон медиҳад самаранокии рушд ё кори объектҳои мавриди омӯзиш баландро бардошта шавад. Яке аз параметрҳои вуруди чунин моделҳо модулҳои эластикӣ статикӣ чинсҳо мебошанд, 89 ибто усулҳои сейсмоакустикӣ муайян карда мешаванд. Дар ин мақола натиҷаҳои андозагирии ултрасадо дар минтақаҳои толори турбина ва утки трансформатории НБО Рогун баррасӣ мешавад. Ҳадафи кор муайян кардани хусусиятҳои чандирӣ ва мустаҳкамии бетон дар таркиб пас аз танаффуси тӯлоии сохтмон мебошад. Муайян кардани параметрҳои чандирӣ ва мустаҳкамии бетон дар асоси маводҳои, ки аз маълумоти таҳқиқоти ултрасадо дар ҳама ҷойҳои ченкунӣ гирифта шудаанд, гузаронида шуд. Истифодаи ултрасадо барои таҳқиқоти дақиқии баландатаринро дар чен кардани хосиятҳои акустикӣ чинсҳо таъмин мекунад. Дар байни усулҳои саҳроӣ барои омӯзиши хусусиятҳои акустикӣ чинсҳои кӯҳӣ, усулҳои аз ҳама васеъ истифодашаванда каротажи ултрасадои, сканкунии ултрасадоии намунаҳо ва профилини ҳамворӣ мебошанд. Дар мақола яке аз усулҳои ултрасадои ва дастгоҳ барои омӯзиши хосиятҳои физикӣ ва механикӣ намунаҳои санг оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** чандирӣ, кувват, бетон, ултрасадо, толори агрегатҳо, толори трансформаторҳо, майдонҳои ченкунӣ, мавҷҳои тӯлонӣ, мавҷҳои кундангӣ.

## ULTRASONIC ACOUSTIC METHODS FOR STUDYING ELASTIC AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF CONCRETE

N. Khairullozoda, F.Kh. Nasrulloev, M.M. Safarova, S.K. Davlatshoev, Z.V. Kobuli

In the field of solving problems of engineering geology and geomechanics, it is often necessary to build geomechanical models, the use of which makes it possible to increase the efficiency of the development or operation of the objects under study. One of the input parameters of such models are static elastic moduli of rocks, which are determined by seismoacoustic methods. This article discusses the results of ultrasonic measurements in the areas of the turbine hall and the transformer room of the Rogun HPP. The purpose of the work is to determine the elastic and strength characteristics of concrete in a structure after a long break in construction. The determination of the elastic and strength parameters of concrete was carried out on the basis of materials obtained from the data of ultrasonic studies at all measuring sites. The use of ultrasound for research provides the highest accuracy in measuring the acoustic properties of rocks. Among the field methods for studying the acoustic characteristics of rocks, the most widely used are methods of ultrasonic logging, ultrasonic scanning of samples and surface profiling. The article presents one of the ultrasonic methods and a device for studying the physical and mechanical properties of rock samples.

**Key words:** elasticity, strength, concrete, ultrasound, machine room, transformer room, measuring platforms, longitudinal waves, shear waves.

### Введение

Машинный зал Рогунской ГЭС имеет пролет 21 м, высоту 70 м, длину 220 м. Параллельно ему на расстоянии 63 м в осях расположено помещение трансформаторов с пролетом 19 м, высотой 37 м и длиной 182 м [1, 2].

Одной из характерных особенностей машинного зала является наличие литологических разностей пород: более прочных толстоплитчатых песчаников верхнеобигармской свиты  $K_{1ob2}$  и менее прочных алевролитов нижнеобигармской свиты  $K_{1ob1}$  (около 30 % его

длины). Коренные породы на участке здания ГЭС представлены толщей переслаивающихся песчаников и алевролитов нижнемелового возраста, слои которых наклонены в сторону нижнего бьефа под углом 65-75 градусов. Песчаники и алевролиты являются крепкими скальными грунтами: величина их сопротивления одноосному сжатию в образце равна, соответственно, 100-120 Мпа и 60 – 80 Мпа [1, 2].

Другой особенностью машинного зала является наличие высоких сжимающих напряжений, имеющих тектоническую природу:

выполнение измерения позволили оценить вертикальную и горизонтальную компоненты напряжений, которые составили, соответственно, 12 Мпа 17 Мпа и более. Эти значения напряжений приняты при проектировании подземных конструкций, как постоянные величины. Прогнозировалось, что при создании в таком массиве крупной выемки, в нем будут происходить интенсивные процессы разгрузки, ослабление пород при контурной зоне вследствие разуплотнения, деформации стен, нарастания давления на крепь и формирования зон неустойчивых пород [1, 2].

В подземных камерах большого размера на примере машинного зала Рогунской ГЭС стены подвергаются огромным гравитационным и тектоническим давлениям, которые приводят к конвергенции (сближению) стен. Необходимо отметить, что реакция массива на разработку машинного зала не ограничивается процессами разуплотнения и последующего уплотнения массива. Одновременно с этим происходит конвергенция стен выработки. Интенсивность и длительность конвергенции существенно различны в песчаниках и алевролитах [1, 2].

Для массива, находящегося в условиях напряженного состояния сжатия, разгрузка приводит к изменению напряженного состояния массива в приконтурной зоне пород, где напряжения в радиальном направлении уменьшаются, а в тангенциальном возрастают, что может приводить к разрушению пород на контуре выработки и железобетонной обделки [1, 2].

Постановка задачи: Ультразвуковое обследование бетона выполняется по стандартной методике [3, 4] продольного профилирования на измерительных площадках, расположенных на стенах машинного зала и трансформаторного помещения на уровне подкрановых балок.

На каждой площадке ультразвуковые измерения выполняются на двух профилях длиной 0,7 м, с шагом  $\Delta X=0,05 - 0,1$  м. При измерениях излучатель находится в стационарном положении, а приёмник передвигается с указанным шагом. Для улучшения качества акустического контакта ультразвуковых датчиков с поверхностью бетонного блока до начала измерений с неё удаляются пыль и мелкие песчинки. Профили располагаются под углом  $90^{\circ}$  относительно друг друга, один в вертикальном, а другой в горизонтальном направлении. Объем ультразвуковых измерений на каждом профиле составляет 14 физических наблюдений, то есть 28 физических наблюдений на каждой измерительной площадке.

Работы выполняются на двух стенах машинного зала на уровне подкрановой балки

(по 36 измерительных площадок на каждой из стен). В трансформаторном помещении работы выполняются на стене верхнего бьефа только на нижнем уступе подкрановой балки (верхний уступ недоступен) – 13 площадок и на стене нижнего бьефа на двух уступах, то есть на обоих уровнях подкрановых балок верхнем и нижнем – 20 площадок. Всего должны обрабатываться 105 измерительных площадок.

Всего ультразвуковые измерения должны выполняться на 105 площадках (210 профилях), что составляет 2940 физических наблюдений.

Методика и аппаратура для проведения ультразвуковых исследований: Для измерения упругих и прочностных характеристик образцов бетонных и горных пород Рогунской ГЭС ультразвуковым методом был применён семиканальный компьютеризированный комплект аппаратуры, включающий ультразвуковой сейсмоскоп УКА-2010 (конструкции Филиала института "Гидропроект", ЦСГНЭО) с переносным компьютером (Рис. 1).

Аппаратура УКА-2010 позволяет работать в режиме накопления принимаемых сигналов, что существенно расширяет возможности регистрации и выделения «полезных» волн. Весьма эффективным для формирования информативных ультразвуковых осциллограмм является способность поканального регулирования амплитуд регистрируемых сигналов. Используемая аппаратура позволяет даже в сложных инженерно-геологических условиях и при наличии помех получать первичные материалы хорошего качества. Основные технические характеристики прибора УКА-2010 приведены в таблице 1.

Методика ультразвуковых исследований образцов стандартная, она подробно описана в геофизической литературе [3-5].

Ультразвуковые исследования на образцах методом «прозвучивания» были выполнены комплектом аппаратуры в составе: ультразвуковой сейсмоскоп УКА-2010, разработанный в ЦСГНЭО, и выносные ультразвуковые датчики с собственной частотой  $f = 20$  кГц.

Ультразвуковые исследования образцов включали в себя измерения скорости распространения продольных волн «на-просвет» по трем взаимно перпендикулярным направлениям: вдоль оси скважины (X), и по двум направлениям нормально оси скважины ( $Y_1$  и  $Y_2$ ). Пример полученных записей приведен на рис. 2.



Рис. 1. Комплект семиканальной ультразвуковой аппаратуры для исследования образцов.

Настоящим прибором были выполнены ультразвуковые измерения на участках машинного зала и трансформаторного помещения Рогунской ГЭС. Цель работы – определение упругих и прочностных характеристик бетона в конструкции после длительного перерыва в строительстве.

Ультразвуковые измерения выполнены комплектом цифровой ультразвуковой аппаратуры УК-98 разработки ЦСГНЭО, состоящей из блоков регистрации и управления (персонального компьютера – ноутбука), и переносных ультразвуковых датчиков типа П 111-0,06-П31 МС с собственной частотой 60 кГц.

Таблица 1.

Основные технические характеристики прибора УКА-2010.

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Значение
1	Частотный диапазон	кГц	10 – 100
2	Усиление	дБ	0 - 60
3	Частота оцифровка	10 <sup>-9</sup> с	100, 200, 400, 800
4	Длина записи	отсчет	1024, 2048, 4096, 8192, 16384
5	Количество каналов		7
6	Напряжение питания	В	12

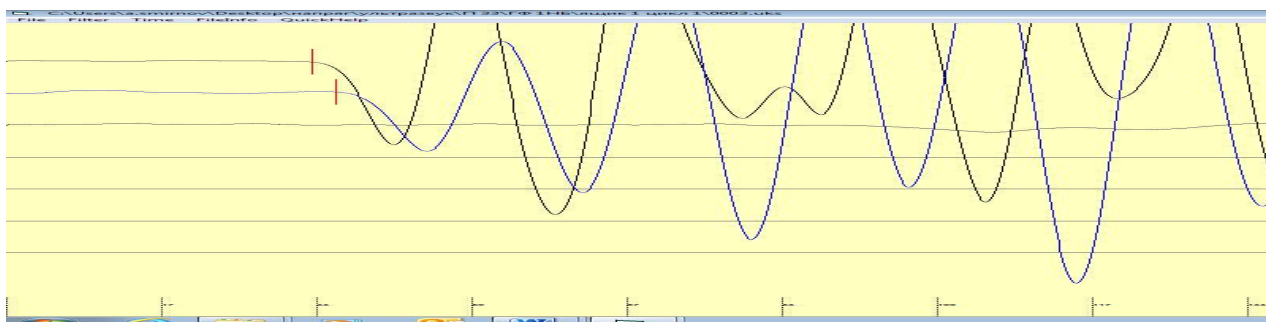


Рис. 2. Типичный пример ультразвукового «прозвучивания» образцов.

Результаты ультразвуковых исследований: В качестве показателя упругих свойств выбран статический модуль упругости бетона ( $E_{ст}$ ), а в качестве показателя прочности – предел прочности на одноосное сжатие для образцов кубической формы, так называемая, кубиковая прочность ( $R_{сж}$ ). Для определения статического модуля упругости и прочности бетона на одноосное сжатие использованы значения скоростей продольных ( $V_p$ ) и поперечных ( $V_s$ ) волн, по которым рассчитан динамический модуль упругости ( $E_{дин}$ ). Расчеты выполнены при значении плотности, равном 2.4 г/см<sup>3</sup>.

Статический модуль упругости определен на основании динамического модуля упругости по универсальной корреляционной зависимости [3,4], описываемой уравнением

$$E_{ст} = 0,1333 E_{дин}^{1,141} \quad [3, 4],$$

где  $E$  [кг/см<sup>2</sup>].

Оценка прочности на одноосное сжатие дана по обобщенной корреляционной зависимости между прочностью и скоростью продольных волн для старых гидротехнических бетонов [5].

Были проведены ультразвуковые измерения значения средних скоростей продольных и поперечных волн, их отношение, а также рассчитанные величины динамического модуля упругости, коэффициента Пуассона, статического модуля упругости и прочности на одноосное сжатие для всех измерительных площадок стены верхнего бьефа машинного зала Рогунской ГЭС (рис. 3).

Анализ данных показывает, что на участке стены машинного зала, обращенной в сторону нижнего бьефа (смежной с трансформаторным помещением), по данным измерений средняя скорость продольных волн ( $V_p$ ) в бетоне составляет 4,17±0,23 км/с, а поперечных ( $V_s$ ) 2,19±0,21 км/с. Среднее значение отношения скорости поперечной волны к продольной

$(V_s/V_p)=0,52$ . Среднее значение величины динамического модуля упругости ( $E_d$ ) – 30600 МПа, статического модуля упругости ( $E_{ст}$ ) – 24300 МПа. Среднее значение предела прочности на одноосное сжатие ( $R_{сж}$ ) – 36 МПа.

На участке стены машинного зала, обращенной в сторону верхнего бьефа, средняя

скорость продольных волн ( $V_p$ ) составляет  $4,26 \pm 0,24$  км/с, поперечных ( $V_s$ ) –  $2,24 \pm 0,14$ ,  $V_s/V_p=0,53$ . Среднее значение величины динамического модуля упругости ( $E_d$ ) – 31600 МПа, а статического ( $E_{ст}$ ) – 25200 МПа. Среднее значение предела прочности на одноосное сжатие ( $R_{сж}$ ) – 39 МПа.

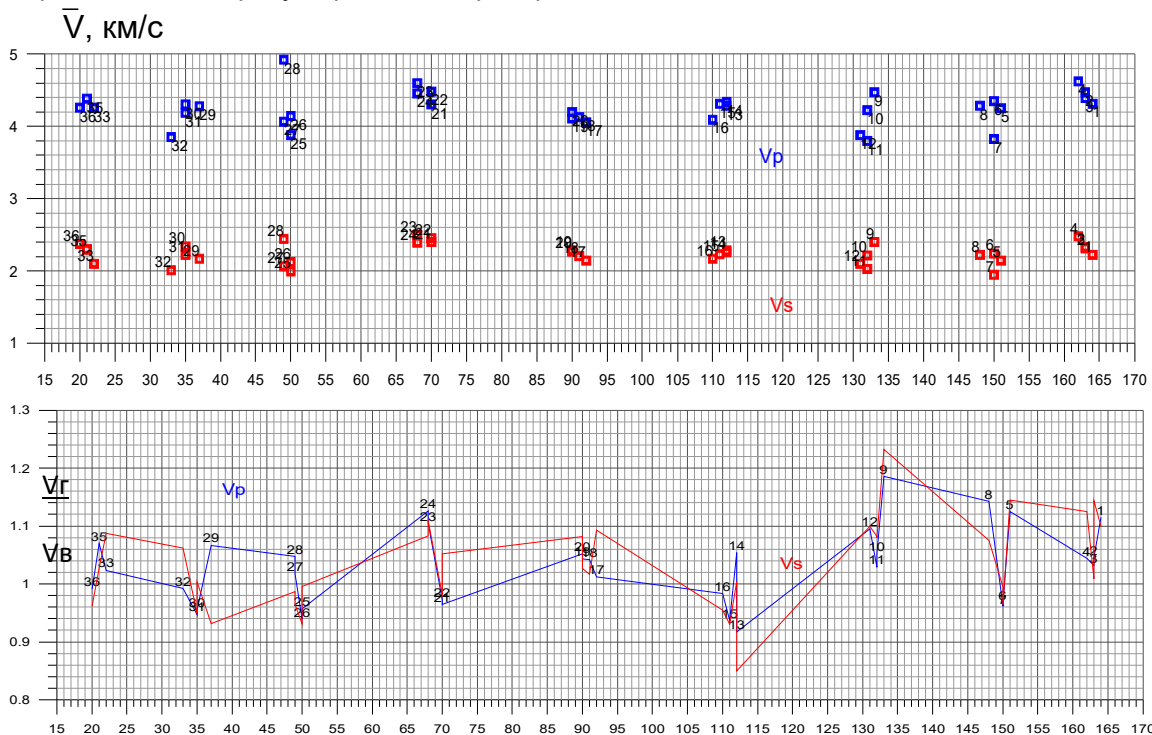


Рис. 3. Машинный зал Рогунской ГЭС. Стена верхнего бьефа.

В трансформаторном помещении на участке стены, обращенной в сторону верхнего бьефа (смежной с машинным залом), на нижнем уступе подкрановой балки получены следующие средние величины:  $V_p - 4,60 \pm 0,12$  км/с,  $V_s - 2,48 \pm 0,08$  км/с;  $V_s/V_p - 0,54$ ;  $E_d - 38200$  МПа,  $E_{ст} - 31200$  МПа.  $R_{сж} - 49$  МПа. На противоположной стене трансформаторного помещения, обращенной в сторону нижнего бьефа, также на нижнем уступе подкрановой балки по данным измерений получены следующие средние величины:  $V_p - 4,72 \pm 0,23$  км/с;  $V_s - 2,47 \pm 0,10$  км/с;  $V_s/V_p - 0,52$ ;  $E_d - 38500$  МПа;  $E_{ст} - 31500$  МПа;  $R_{сж} - 54$  МПа. На этой же стене, на верхнем уступе подкрановой балки получены следующие средние величины:  $V_p - 4,14 \pm 0,29$  км/с,  $V_s - 2,21 \pm 0,17$  км/с;  $V_s/V_p - 0,53$ ;  $E_d - 30500$  МПа;  $E_{ст} - 24100$  МПа;  $R_{сж} - 35$  МПа.

Обращают на себя внимание высокие показатели бетона на нижнем уступе подкрановой балки трансформаторного помещения. В частности, прочность бетона стены нижнего бьефа на 38%-54% выше, чем у стен в машинном зале и на верхнем уступе трансформаторной камеры, а статический модуль упругости, соответственно, выше на 25% -30%. В итоге, бетон на участке машинного зала и трансформаторного помещения (то есть в результате осреднения по всем 105

измерительным площадкам) характеризуется следующими значениями:  $V_p - 4,29 \pm 0,29$  км/с,  $V_s - 2,27 \pm 0,19$  км/с,  $V_s/V_p - 0,53$ ;  $E_d - 32400$  МПа;  $E_{ст} - 25900$  МПа;  $R_{сж} - 40$  МПа.

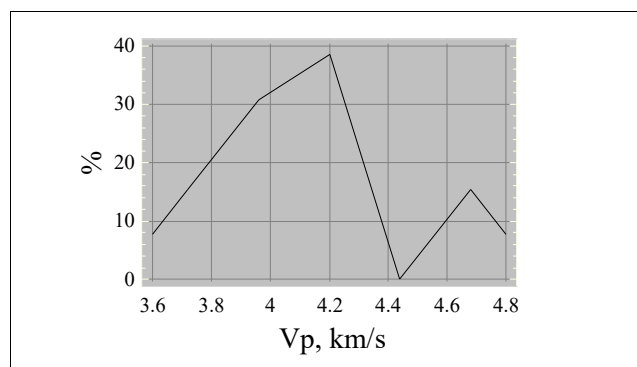


Рис. 4. Распределение скорости продольных волн по результатам измерений в трансформаторном помещении на стене нижнего бьефа, отметка верхней подкрановой балки.

Интересно, что участки с относительно пониженной скоростью упругих волн (левый максимум гистограммы на рис.4) нигде не формируют обособленных, протяженных зон, связанных с особенностями конструкции крепи или геологического строения массива. Сопоставление данных ультразвуковых исследований с результатами визуального

осмотра показало, что расположение низкоскоростных участков приурочено к наблюдаемым проявлениям трещиноватости. Наиболее явно этот эффект проявлен на ПК0+50 (пл.25) верховой стены машинного зала, ПК 0+36,5 (пл.30,пл.32) , ПК 0+77,5 (пл.23, пл.24), ПК 1+24(пл.9, пл.10) низовой стены машинного зала.

**Выводы**

1. Анализ данных показывает, что на участке стены машинного зала, обращенной в сторону нижнего бьефа (смежной с трансформаторным помещением), по данным измерений средняя скорость продольных волн ( $V_p$ ) в бетоне составляет  $4,17 \pm 0,23$  км/с, а поперечных ( $V_s$ )  $2,19 \pm 0,21$  км/с. Среднее значение отношения скорости поперечной волны к продольной ( $V_s/V_p$ )=0,52. Среднее значение величины динамического модуля упругости ( $E_d$ ) – 30600

МПа, статического модуля упругости ( $E_{ст}$ ) – 24300 МПа. Среднее значение предела прочности на одноосное сжатие ( $R_{сж}$ ) – 36 МПа.

2. Анализ распределений скоростей продольных и поперечных волн по всем измерительным участкам показывает, что практически каждое из них является двухмодальными, то есть представляет собой суперпозицию двух распределений. В качестве характерного примера приведено распределение скорости продольных волн, полученное по результатам измерений в трансформаторном помещении на стене нижнего бьефа на верхней подкрановой балке. Видно, что бетон на этом участке характеризуется двумя модальными значениями 4.2 км/с и 4.7 км/с. Такое распределение отмечено и по данным исследований 2004 г.

**Литература:**

1. Давлатшоев С.К. Исследование качества цементационных работ вмещающего массива подземных сооружений ультразвуковым методом. Гидротехническое строительство, №4, 2020. –С. 2-7.
2. S. K. Davlatshoev. Ultrasound study of the quality of consolidation grouting works retaining rocks in underground structures. Power Technology and Engineering, vol. 54, No. 3, September, 2020. Pp. 332-336. <https://doi.org/10.1007/s10749-020-01211-0>
3. ГОСТ 22690-88. «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля». М., Стандартиформ, 2010. -22 с.
4. Савич А.И. Комплексные инженерно-геофизические исследования при строительстве гидротехнических сооружений. М., Недра, 1990. -461 с.
5. Безопасность энергетических сооружений. Научно-технический и производственный сборник. Вып. 9. М.: НИИЭС, 2001. С. 15-24.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Насруллоев Фаръод Хуляевич	Насруллоев Фарход Худжаевич	Nasrulloev Farhod
Доктор PhD	Доктор PhD	Doctor PhD
ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:farhad-9393@mail.ru">farhad-9393@mail.ru</a>		

## УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОВЫХ БЕТОНОВ ПУТЕМ ПЛАСТИФИКАЦИИ И ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ

Н.С. Арабзода, Р.Х. Сайрахмонов, У.М. Азизов, Ф.А. Шарифов

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В данной работе изучены физико-механические свойства обычных асфальтобетонных смесей, приготовленные с использованием адгезионно-пластифицирующей добавки из госсиполовой смолы (ГС) и моноэтаноламина (МЭА) и микро-армирующей добавки из порошка минерального материала волластонита. Показано, что применение вышеизложенных добавок в составе битума и асфальтного бетона значительно повышает их физико-механические свойства.

**Ключевые слова:** асфальтобетонные смеси, волластонит, состав битума.

## БЕХТАР НАМУДАНИ ХУСУСИЯТХОИ ФИЗИКИ ВА МЕХАНИКИИ АСФАЛТБЕТОНИ ПЛАСТИФИКАЦИЯ ВА АРМАТИ ДИСПРЕСТ.

Н.С. Арабзода, Р.Х. Сайрахмонов, У.М. Азизов, Ф.А. Шарифов

Дар кори мазкур хусусиятҳои физико-механикии омехтаҳои бетони асфалтӣ бо истифода аз иловаҳои пластифитсионӣ, адгезионӣ аз қатронҳои госсипол (GS) ва микроармироникунанда аз волластанит омӯхта мешаванд. Нишон дода шудааст, ки истифодаи иловаҳои дар боло овардашуда дар таркиби битум ва асфалти бетонӣ хосиятҳои физикӣ ва механикии онҳоро хеле зиёд мекунад.

**Калимаҳои калидӣ:** омехтаҳои асфалт-бетон, волластонит, таркиби битум.

## IMPROVING THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE BY PLASTIFICATION AND DISPERSED REINFORCEMENT

N.S. Arabzoda, R.Kh. Sairakhmonov, U. M. Azizov, F. A. Sharifov

In this work, the physico-mechanical properties of conventional asphalt concrete mixtures, preparation using plasticizing and micro-reinforcing additives from gossypol resin (GS) and valastanite are studied. It is shown that the use of the above additives in the composition of bitumen and asphalt concrete significantly increases their physical and mechanical properties.

**Key words:** asphalt concrete mixtures, valastanite, bitumen composition.

Научные опыты и практика эксплуатации дороги показывают, что битум является наиболее универсальным материалом для применения в качестве вяжущего в состав асфальтовых бетонов при строительстве дорожных покрытий автомобильных дорог. Дорожно-строительные материалы на основе битумов весьма разнообразны в области своего применения. В настоящее время, особенно с учетом дефицита поступления битумов, важной проблемой экономии битумных вяжущих как основных дорожно-строительных материалов является улучшение использования местных материалов в качестве основы или компонентов для получения высококачественных композитов для дорожного строительства. Обычно для приготовления асфальтовых бетонов применяют инертные заполнители из горных пород, имеющих высокую прочность, следовательно, в структуре асфальтного бетона самым уязвимым является битум. Он при эксплуатации в дорожных покрытиях характеризуется интервалом пластичности, то есть разницей между температурами размягчения и хрупкости. В практике, по мнению авторов [1], для его увеличения необходимо понизить температуру застывания и повысить температуру размягчения дисперсионной среды. Этого можно достичь введением в битумы модифицирующих добавок наполнителей, пластификаторов, структурообразователей и др. [2-3].

В этой связи этот путь модификации битумов представляет наибольший интерес ввиду эффективности повышения качества и

долговечности битумов, а также материалов, на которых они основываются, выглядит на сегодняшний день достаточно актуальным вопросом, который способен решить проблемы с ресурсосбережением в народном хозяйстве.

В настоящее время в дорожном строительстве единого мнения о причинах низкой долговечности дорожного покрытия до сих пор не существует. Так специалисты дорожно-строительной отрасли и научно-производственных учреждений говорят о плохой адгезии битума по отношению к минеральным материалам (особенно кислым породам): - высоком содержании парафиновых углеводородов, сравнительно малом диапазоне эластичности, склонности битума и хрупкости при воздействии на него, низких температурах в совокупности с возросшей интенсивностью транспортного потока. Однако битум в покрытии, хотя и имеет высокую адгезию с поверхностью минеральных материалов в зависимости от условия эксплуатации уступает по теплоустойчивости, что особенно важно для условий жаркого климата.

Таким образом, в настоящее время разработка технологии производства высококачественных асфальтобетонных материалов и конструкция на их основе представляется весьма актуальной задачей, позволяющей решать проблему надежности и долговечности дорожных сооружений при эксплуатации.

С этой целью нами предложены эффективная технология применения адгезионно-пластифицирующей добавки из госсиполовой

смолы и моноэтаноламина (ГС+МЭА) и в качестве дисперсно-армирующей добавки порошок из минерала волластонита в составе традиционных асфальтовых бетонов, которые широко используются в нашей республике.

Характеристика и способы применения вышеуказанных добавок приведены в работах [1-3].

Для приготовления смесей применяется битум БНД 60/90. Комплексную добавку (ГС+МЭА) ввели в состав исследуемых образцов асфальтобетона с шагом 2% путем добавления битума. Волластонитовую добавку принимали как замену части минерального порошка.

Исследования физико-механических характеристик асфальтобетона проводились на образцах асфальтобетонной смеси типов А и Б, изготовленных и испытанных по стандартным методикам согласно ГОСТ 12801-98 непрерывно гранулометрического состава, подобранного в соответствии с ГОСТ 31015-2002.

Для асфальтобетона типа А:

- щебень из гранита фракции 10-15мм – 38 %;
- фракции 5-10мм – 19 %;
- отсев дробленого гранита 0-5мм – 15 %;
- природный песок 0-5мм – 22,6%;
- известковый минеральный порошок – 5,6 %;
- волластонитовая порошковая добавка 2% от массы минерального порошка;
- битум 5% от массы минеральной части асфальтобетона;

Для асфальтобетона типа Б:

- щебень из гранита фракции 10-15мм – 30 %;
- гранит фракции 5-10мм – 17 %;
- отсев гранита 0-5мм – 17 %;
- природный песок 0-5мм – 28,8%;
- известковый минеральный порошок – 7,2 %;
- волластонитовый порошок 2% от массы минерального порошка;
- битум – 5,5% от массы минеральной части;
- адгезионно-пластифицирующая добавка с шагом 2% путем замены битума.

Для обеспечения постоянного гранулометрического состава исследуемых смесей минеральные материалы предварительно рассеивались, а затем для каждой партии смеси из этих отдельных фракций составлялись минеральные части смеси.

Для получения смесей минеральные материалы загружали вручную в смеситель и перемешивали, далее загружали минеральный порошок, и порошок из добавки волластонита и перемешивали.

В разогретый до 155<sup>0</sup>С битум предварительно было добавлено требуемое качество [ГС+МЭА], результаты испытаний асфальтобетонных образцов приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Научные исследования и практический опыт показывают, что структура асфальтобетона при эксплуатации разрушается при увлажнении и высыхании. Как следует из приведенных данных табл1., совместное или в отдельности влияние добавки на водостойкость асфальтовых бетонов весьма значительное.

Таблица 1.

Физические свойства асфальтовых бетонов типов А и Б с добавками.

№ п/п	Содержание ГС+МЭА от массы битума, %	Содержание МП, %	Содержание волластонита от массы МП	Плотность кг/м3	Водонасыщенность W, %	Набухание Н, %
Тип А						
1	-	6	-	2335	5,31	2,41
2	2	6	-	2360	4,73	2,21
3	0	4	2	2340	5,29	2,38
4	2	4	2	2365	4,62	2,20
5	4	6	0	2401	3,21	1,31
6	4	6	2	2421	2,83	1,21
7	6	6	0	2381	4,64	1,93
Тип Б						
1	-	8	-	2265	5,73	3,12
2	2	8	-	2298	5,08	2,92
3	0	6	2	2268	5,64	3,01
4	2	6	2	2271	5,41	2,21
5	4	6	0	2325	3,91	1,81
6	4	6	2	2331	3,92	1,80
7	6	6	0	2280	4,21	2,63

При совместном или в отдельности использовании добавки увеличивается объемная масса исследуемых образцов асфальтобетона, значительно уменьшается водонасыщение, в 2 раза уменьшается набухание.

Таблица 2.



Механические свойства асфальтовых бетонов типов А и Б с добавками.

№ п/п	Сопротивление сжатию, МПа					K <sub>T</sub> = R <sub>0</sub> / R <sub>50</sub>
	R <sub>20</sub>	R <sub>50</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>0</sub>	K <sub>6</sub>	
Тип А						
1	4,82	1,3	4,45	9,5	0,84	7,3
2	5,21	1,57	4,84	9,62	0,91	6,13
3	4,85	1,39	4,49	9,46	0,86	6,81
4	5,28	1,59	4,86	9,60	0,95	6,04
5	5,61	1,63	4,94	9,71	0,96	5,96
6	5,63	1,66	4,96	9,68	0,95	5,83
7	4,91	1,42	4,43	9,49	0,58	6,68
Тип Б						
1	4,21	0,96	3,34	9,87	0,75	10,28
2	4,45	1,04	3,56	9,88	0,81	9,51
3	4,26	0,98	3,36	9,87	0,77	10,04
4	4,51	1,54	3,60	9,86	0,79	8,66
5	4,92	1,42	3,68	9,91	0,91	7,01
6	4,93	1,45	3,69	9,92	0,92	6,84
7	4,01	1,02	3,34	9,88	0,84	9,68

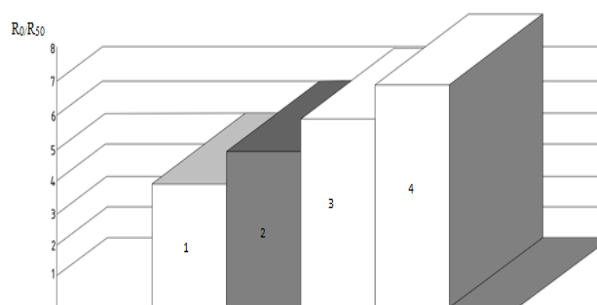
При сравнении показателей свойств асфальтобетонов типов А и Б с добавками ГС+МЭА и волластонитового порошка видно, что смесь с исследуемыми добавками имеют лучшие физико-механические характеристики. Так, например, предел прочности при сжатии образцов асфальтобетонов с добавкой ГС+МЭА при температуре 20°С возрастает на 21% в сравнении асфальтобетонов без добавки. При испытании образцов при температуре 50°С, образцы с добавкой ГС+МЭА и волластонитового порошка имеют прочность на 30% больше асфальтобетонов типов А и Б без добавки.

Практика эксплуатации асфальтобетона в дорожных покрытиях показывает, что основным его недостатком при эксплуатации является зависимость прочности и других его свойств от температуры. При повышении температуры понижается вязкость вяжущей, содержащейся в асфальтобетоне, что влечет за собой уменьшение прочности. Научные опыты и практика применения асфальтовых бетонов показывают, что с изменением показателей прочности изменяется и деформационное поведение материалов на основе битума. Эксплуатационные условия работы дорожных покрытий на основе асфальтовых бетонов в жарких климатических условиях предъявляют к этому материалу достаточные требования, в частности устойчивость к деформации, т.е. теплоустойчивости. Теплоустойчивость характеризуется изменением прочности материалов к температурным колебаниям. Данные, приведённые в табл.2., показывают, что коэффициент теплоустойчивости (R<sub>0</sub>/ R<sub>50</sub>), образцов исследуемых асфальтовых бетонов с добавками имеют более низкие значения, чем исследуемых образцов без добавки. Особенно здесь можно отметить, что намного имеют

преимущество образцы асфальтобетонов с адгезионно-пластифицирующей и дисперсно-армирующей добавкой. (рис.1.)

**Выводы:**

Таким образом, исследование физико-механических характеристик асфальтовых бетонов с добавками и без добавки показывает, что применение добавки комплексного характера влияния в составе битумосодержащих дорожных композитов позволяет решать проблему надежности и долговечности работы дорожных покрытий при эксплуатации в сложных условиях. Добавку волластонита получили измельчением минерала волластонита. Она встречается в виде игольчатых, спутанно-волоконистых, грубоволокнистых агрегатов.



1) 4%(ГС+МЭА)+2%волластонит; 2) 4%(ГС+МЭА); 3) 2%(ГС+МЭА)+2%волластонит; 4) Без добавки.  
Рис. 1. Коэффициент теплоустойчивости

При объединении добавок волластонита с битумом в результате перемещения при технологической температуре происходят процессы смачивания минеральной поверхности, растекания [3-5], формирования поверхности раздела битум и минеральный материал. Под воздействием тепловой энергии

на волокна волластонита происходит адсорбция и формируются вторичные сложные структурные единицы (ССЕ) битума. Жидкие углеводороды проникают также в полые цилиндры микроволокна. В результате вязкость битумной дисперсионной среды увеличивается, возникают сольватные оболочки из ССЕ на поверхности микроволокна, размеры и степень агрегированной ССЕ также изменяются.

Практика эксплуатации асфальтобетонных дорожных покрытий показывает, что стандартный показатель предела прочности асфальтобетона при одноосном сжатии при

температуре 50<sup>0</sup>С не отражает реальных условий работы в покрытии в жаркий период года, что зачастую при эксплуатации приводит к образованию пластических деформаций.

В связи с этим в действующем стандарте (ГОСТ 31015-2002) рекомендовано дополнительно определять показатель деформационной устойчивости асфальтовых бетонов при устройстве дорожных покрытий, исходя из конкретных условий эксплуатации. Где это достигается путем проведения широких лабораторных и опытно-промышленных исследований свойств асфальтовых бетонов.

#### Литература:

1. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С. Повышение адгезионных свойств битумов путем применения комплексной добавки // Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского национального университета», Душанбе 2016- 1(110)
2. Сайрахмонов Р.Х., Оев С.А. Повышение физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе поверхностно-активной и стабилизирующей добавки // Научно-теоретический журнал «Вестник Санкт-Петербургского инженерно-строительного университета», Санкт-Петербург 2016- 1(215)
3. Баранов И.А. Оценка эффективности стабилизирующих добавок для улучшения структуры и свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона Дис. ... канд. тех. наук – Орел 2015
4. Оев А.М. Тонкослойные покрытия из битумо-щебеночной мастики для условий сухого жаркого климата: Дис. ... канд. тех. наук. – Ташкент 1994. -184с
5. Оев А.М., Каримов Б.Б., Махкамов К.М., Атакузиев Т.А. – Вяжущие на основе госсиполовой смолы для дорожного строительства // Сборник научных трудов МАДИ (ТУ) «Проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог», - Москва-Иркутск, 1998.
6. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Арабзода Нурали Сайвали унвонҷӯ	Арабзода Нурали Сайвали соискатель	Arabzoda Nurali Sayval applicant
ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
srivakn@mail.ru		

## ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ НЕРАЗРЕЗНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК ОТ ДЕЙСТВИЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

О.Р. Нуманов

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье приведен литературный обзор работ для неразрезных пологих оболочек положительной гауссовой кривизны от действия статических и динамических нагрузок. Приведены техническая теория В. З. Власова, вариационный метод О. Д. Ониашвили, метод Бубнова – Галёркина, теории колебаний оболочек, теории и методов расчёта нелинейных задач оболочек, метод предельного равновесия, а также способы расчёта железобетонных оболочек при действии кратковременных динамических нагрузок.

**Ключевые слова:** железобетонная пологая оболочка, теоретические работы, техническая теория, вариационный метод, метод предельного равновесия, метод двойных тригонометрических рядов, дифференциальные уравнения, упругие и пластические стадии, нелинейная задача оболочек, неразрезные оболочки, статическая и динамическая нагрузка.

### ШАРҲИ ТАДҚИҚОТҶОИ ҚОРҶОИ СТАТИКӢ ВА ДИНАМИКИИ ЧИЛДИ НИШЕБИ НОБУРИДАИ ОҶАНУБЕТОНӢ

О.Р. Нуманов

Дар мақола шарҳи адабиётҳо оид ба қорҷои чилди нишеби нобуридаи қачии мусбии гауссӣ аз таъсири борҳои статикӣ ва динамикӣ оварда шудаанд. Назарияи техникии В.З. Власов, усули вариатсионии О.Д. Ониашвили, усули Бубнов–Галеркин, назарияи лаппиши чилдҳо, назария ва усулҳои ҳисоби масъалаҳои ғайрихаттии чилдҳо, усули интиҳои мувозинатӣ, инчунин усулҳои ҳисоби чилдҳои оҳанубетонӣ ҳангоми таъсири борҳои кӯтоҳмуҳлати динамикӣ оварда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** чилди нишеби оҳанубетонӣ, қорҷои назариявӣ, назарияи техникаӣ, усули вариатсионӣ, усули интиҳои мувозинатӣ, усули дучандаи қатори тригонометрӣ, муодилаҳои дифференсиалӣ, давраи чандирӣ ва пластикӣ, масъалаҳои ғайрихаттии чилдҳо, чилдҳои нобурида, борҳои статикӣ ва динамикӣ.

### REVIEW OF STUDIES OF CONTINUOUS REINFORCED CONCRETE FLAT SHELLS FROM THE ACTION OF STATIC AND DYNAMIC LOADS

O.R. Numanov

The article provides a literary review of works for continuous flat shells of positive Gaussian curvature from the action of static and dynamic loads. The technical theory of V.Z. Vlasov, the variational method of O.D. Oniashvili, the Bubnov – Galerkin method, the theory of shell oscillations, the theory and methods for calculating nonlinear shell problems, the method of limiting equilibrium, and methods for calculating ferro-concrete shells under the action of short-term dynamic loads are given.

**Keywords:** reinforced concrete shallow shell, theoretical work, technical theory, variational method, limit equilibrium method, double trigonometric series method, differential equations, elastic and plastic stages, nonlinear shell problem, continuous shells, static and dynamic load.

Тонкостенные пространственные железобетонные оболочки положительной кривизны нашли широкое применение в качестве покрытия зданий и сооружений. При проектировании и возведении таких конструкций необходимо отметить заслуги ведущих научно – исследовательских институтов как НИИЖБ, ЦНИИСК им. В.М. Кучеренко, ИСМиС АН Республики Грузия, КазНИИПромстройпроект Республики Казахстан, ПИ – 1 г. Санкт – Петербург, Промстройпроект г. Киева, «Таджикгипрострой» г. Душанбе и многие др.

На основе технической теории В. З. Власова О. Д. Ониашвили рассматривал пологие оболочки при различных условиях.

В динамических задачах компоненты внешней нагрузки равняются соответствующим компонентам сил инерции, т.е.

$$\left. \begin{aligned} X &= -m \frac{\partial u}{\partial t} \\ Y &= -m \frac{\partial v}{\partial t} \\ Z &= -m \frac{\partial w}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

В связи с тем, что динамическая жёсткость оболочки в направлении срединной поверхности намного выше жёсткости в направлении нормали к последней, тангенциальными составляющими

сил инерции пренебрегают, тогда уравнение (1.1) примет вид

$$\left. \begin{aligned} X &= Y = 0 \\ Z &= -m \frac{\partial w}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$

Система основных совместных дифференциальных уравнений технической моментной теории пологих оболочек относительно функций напряжений  $\varphi(\alpha, \beta)$  и перемещение  $w(\alpha, \beta)$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{E\delta} \nabla^4 \varphi - \nabla_k^2 w &= 0 \\ \nabla^2 \varphi + D \cdot \nabla^4 \cdot w - z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1.3)$$

В этой системе первое уравнение – геометрическое, оно выражает условие неразрывности деформации, а второе – статическое. В технической теории В. З. Власова устраняется присущее теории Кирхгофф – Лява несоответствие основному принципу строительной механики – принципу Бетти о взаимности работ [1].

При решении граничных задач изложенным здесь методом граничные условия, заданные в силах, перемещениях или смешанным образом, должны быть сформулированы относительно

$\varphi(\alpha, \beta)$  и  $w(\alpha, \beta)$

Операторы

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} - \frac{\partial^2}{\partial \beta^2}$$

$$\nabla_k^2 = \frac{\partial}{\partial \alpha} k_2 \frac{\partial}{\partial \alpha} + \frac{\partial}{\partial \beta} k_1 \frac{\partial}{\partial \beta} \} (1.4)$$

Тогда уравнение колебаний пологих оболочек положительной кривизны будет иметь вид

$$\frac{1}{E\delta} \nabla^4 \cdot \varphi - \frac{1}{R_i} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^4} = 0$$

$$\left. \begin{aligned} & \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} - \frac{1}{R_1} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} + D \cdot \nabla^4 \cdot w + \frac{\gamma \cdot \delta}{q} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \end{aligned} \right\} (1.5)$$

Используя метод двойных тригонометрических рядов можно получить выражение для частоты свободного колебания пологих оболочек при радиальном опирании их по контуру

$$\omega_{mn}^2 = \frac{q}{\gamma \cdot \delta} \left[ D \cdot (\lambda_n^2 + \mu_m^2) + \frac{E\delta}{R^2} \right] (1.6)$$

Функции напряжения  $\varphi(x, y)$  и  $w(x, y)$  аппроксимированы фундаментальными функциями свободных колебаний балок:

$$\left. \begin{aligned} w &= \sum_m^M \sum_n^N w_{mn} Z_m(x) Z_n(y) \cdot \sin w_{mn} t \\ \varphi &= \sum_m^M \sum_n^N \varphi_{mn} \bar{Z}_m(x) \bar{Z}_n(y) \cdot \sin w_{mn} t \end{aligned} \right\} (1.7)$$

где  $w_{mn}$  - круговая частота свободных колебаний оболочки;

$$Z_m(x) = \sin \frac{\mu_m}{e} x - \alpha \operatorname{sh} \frac{\mu_m}{e} x Z_n(y) -$$

фундаментальные функции свободных колебаний балки с заданными граничными условиями;

$\bar{Z}_m(x) \bar{Z}_n(y)$  - фундаментальные функции свободных колебаний балки с фиктивными граничными условиями.

$$\left. \begin{aligned} & \left[ (\mu_m^4 + \mu_n^4) \frac{Q_{4m}}{l^4} + 2 \frac{\mu_m^2 \mu_n^2}{l^4} Q_{2m} \right] \varphi_{mn} + D \frac{k}{l^2} [\mu_m^2 Q_{1m} + \mu_n^2 Q_{2m}] w_{mn} = 0 \\ & - \frac{k}{l^2} [\mu_m^2 Q_{3m} + \mu_n^2 Q_{2m}] \varphi_{mn} + \frac{D}{l^4} \sum (\mu_n^4 + \mu_m^4) Q_{3m} + 2 \mu_m^2 \mu_n^2 Q_{2m} + \frac{EJ}{\varphi^4} (\mu_m^4 Q_{4m} + \mu_n^4 Q_{5m}) - w_{mn}^2 \left[ \frac{\gamma h}{g} Q_{3m} + \right. \\ & \left. \frac{\gamma F}{g} (Q_{5m} + Q_{4m}) \right] w_{mn} = 0 \end{aligned} \right\} (1.10)$$

Коэффициенты  $Q_{1m}, Q_{2m}, Q_{3m}, Q_{4m}, Q_{5m}$  записываются следующим образом

$$Q_{1m} = (t_1 + 2\alpha t_2 + \alpha^2 t_3) \frac{l^2}{4};$$

$$Q_{2m} = (t_1 - \alpha^2 t_3) \frac{l^2}{4};$$

$$Q_{3m} = (t_1 - 2\alpha t_2 + \alpha^2 t_3) \frac{l^2}{2};$$

$$Q_{4m} = \frac{l}{2} \sum_{j=1}^d l \sin \frac{4n+1}{4d} \pi j - 2\alpha \sin \frac{4m+1}{4d} \cdot \pi \cdot j \cdot \operatorname{sh} \frac{4m+1}{4d} \cdot \pi \cdot j + \alpha^2 \cdot \operatorname{sh}^2 \frac{4m+1}{4d} \cdot \pi \cdot j;$$

$$Q_{5m} = \frac{c}{l} \cdot Q_{3m} \} (1.11)$$

$$\text{где } t_1 = \frac{1}{2} - \frac{1}{4\mu_m};$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2}(-1)^m}{4\mu_m} \cdot (\operatorname{ch} \mu_m - \operatorname{sh} \cdot \mu_m);$$

$$t_3 = \frac{1}{2} + \frac{1}{4\mu_m} \operatorname{sh} \cdot \mu_m; \} (1.12)$$

$m=c=1, 2, 3, \dots$

$n=d=1, 2, 3, \dots$

В рассматриваемом случае

$$z_m(x) = \sin \frac{\mu_m}{e} x - \alpha \operatorname{sh} \frac{\mu_m}{e} x$$

$$z_n(y) = \bar{z}_n(y) = \sin \frac{\mu_n}{e} y$$

$$\bar{z}_m(x) = \sin \frac{\mu_m}{e} x + \alpha \operatorname{sh} \frac{\mu_m}{e} x \} (1.8)$$

$$\text{где } \mu_m = \frac{4m+1}{4} \pi;$$

$$\mu_n = n\pi,$$

$$\alpha = \frac{\frac{4m+1}{4} \pi}{\frac{1}{4m+1} \pi}.$$

При постановке цилиндрической жёсткости в дифференциальное уравнение колебаний можно использовать зависимости, полученные профессором Милейковским И. Е.

$$z_m^{III} = -\left(\frac{\mu_n}{l}\right)^2 \bar{z}_m; \quad \bar{z}_m^{II} = -\left(\frac{\mu_m}{l}\right)^2 z_m;$$

$$z_m^{III} = -\left(\frac{\mu_n}{l}\right)^2 z_m^I; \quad z_m^{111} = -\left(\frac{\mu_m}{l}\right)^2 z_m^1 (m \rightarrow n);$$

$$z_m^{IV} = -\left(\frac{\mu_n}{l}\right)^2 z_m^1 = \left(\frac{\mu_m}{l}\right)^4 z_m; \quad z_m^{IV} = -\left(\frac{\mu_m}{l}\right)^2 z_m^{11} =$$

$$\left(\frac{\mu_m}{l}\right)^2 z_m;$$

$$\mu_m = \frac{4m+1}{4} \pi; \quad \mu_n = n\pi;$$

$$\alpha = \frac{\sin \frac{4m+1}{4} \pi}{\frac{1}{4m+1} \pi} \} (1.9)$$

В работе [4] используя дифференциальное уравнение и применяя метод Бубнова – Галёркина, интегрировали полученное уравнение по всей поверхности с учётом (1.9) и получили систему алгебраических уравнений для рассматриваемой оболочки при  $E_j = E_i = E, F_j = F_i = F, k_1 = k_2 = k$ , которая имеет вид

Затем вводятся обозначения

$$l_{11} = \frac{1}{Bl^4} [(\mu_m^4 + \mu_n^4) Q_{1m} + 2\mu_m^2 \mu_n^2 Q_{2m}];$$

$$l_{12} = \frac{k}{l^2} (\mu_m^2 Q_{1m} + \mu_n^2 Q_{2m});$$

$$\bar{l}_{22} = \frac{\gamma h}{g} Q_{3m};$$

$$l_{22} = \frac{D}{l^4} [(\mu_m^4 + \mu_n^4) Q_{3m} + 2\mu_m^2 \mu_n^2 Q_{2m}]. \} (1.13)$$

Тогда при условии, что  $M < d$  и  $N < c$ , получена формула для определения частоты собственных

колебаний полой оболочки с односторонней жёсткой заделкой

$$w_{mn} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{l_{22}} \left( l_{22} + \frac{l_{11}^2}{l_{11}} \right)} \quad (1.14)$$

Используя формулу (1.14), рассчитаны оболочки размерами 3 x 3 м и 18 x 18 м как гладкие, так и ребристые и сопоставлены с

результатами, полученными при помощи метода конечных элементов. Последние рассчитаны с помощью пакета прикладных программ АПП ЖБК. В таблице 1 приведены частоты свободных колебаний как при шарнирном опирании по четырём сторонам, так и защемлённые с одной стороны и шарнирном опирании по трём сторонам оболочки.

Таблица 1.

Собственные частоты	Метод расчёта	Размеры оболочки в плане			
		3 x 3 м		18 x 18 м	
		Шарнирное опирание	Односторонняя жёсткая заделка	Шарнирное опирание	Односторонняя жёсткая заделка
$W_{11}$	1	106,0	122,8	16,4	18,28
	2	110,3	113,8	18,5	19,60
$W_{13}$	1	146,0	207,0	17,7	18,36
	2	130,4	133,6	21,2	21,49

1-ый метод расчёта аналитический. 2 –ой метод конечных элементов.

В этой работе также определены собственные частоты нагруженной оболочки размерами в плане 3 x 3 м. Результаты расчёта приведены в табл. 2.

Таблица 2.

$q$ $w_{mn}$	0	390 кг/м <sup>2</sup>	450 кг/м <sup>2</sup>	500 кг/м <sup>2</sup>
$W_{11}$	122,0	46,5	43,45	41,32
$W_{13}$	207,0	64,37	60,15	57,31
$W_{11}$	102,0	30,09	28,12	26,75
$W_{13}$	146,0	50,56	47,26	44,94

Как видно из табл. 2 условия неразрезности влияют на частоты колебания оболочек при увеличении статического пригруза.

Работа Н. Н. Попова Кумпяка О.Г., Плевкова В.С. [5] посвящены способам расчёта железобетонных оболочек при действии кратковременных динамических нагрузок. При решении этой задачи рассматривались два этапа работы конструкции. Упругая стадия работы конструкции до достижения предельных деформации и пластическая стадия работы после образования пластических шарниров, когда конструкция рассматривалась как механизм, состоящий из жёстких дисков, соединённых указанными шарнирами.

Теории колебаний оболочек отражены в работах следующих авторов – В. В. Болотина, Райснера, М. Г. Уразбаева.

Учёту сейсмических нагрузок в расчёте пологих оболочек по методу предельного равновесия посвящены работы [2].

В монографии Исхакова Я. Ш. [3] анализируются экспериментальные и теоретические исследования в области железобетонных конструкций и элементов с точки зрения нового принципа мини-макса и применения этого принципа для расчета сил, прочности и критических нагрузок при изгибе в РС-оболочках, колоннах, пластинах и т.д. Основа принципа мини-макса была разработана при решении задачи определения несущей способности РС-оболочки кинематическим методом. Формирование полей внутренних сил на пластической стадии конструкции приводит к проблеме, связанной с взаимодействием нормальных сил и изгибающих моментов, но на этой стадии сечение сжатой оболочки имеет неизвестный эксцентриситет. Поэтому следует найти дополнительное уравнение для разделения вышеупомянутых сил. Была предложена следующая идея: глубина зоны сжатия сечения

(статический параметр) должна быть выбрана таким образом, чтобы максимальная несущая способность конструкции обеспечивалась одновременно с минимизацией внешней нагрузки на размер зоны разрушения (кинематический параметр). Развитие этой идеи привело к формулированию принципа *mini-max*. Суть этого принципа заключается в том, что рассчитывается реальная несущая способность конструкции (без недооценки и переоценки). С этой целью предлагается использовать в одном и том же расчете оба экстремальных признака отказной нагрузки. При этом используется только один метод (статический или кинематический). Таким образом, принцип мини-макса стал способом реализации теоремы единства метода предельного равновесия, который объединяет статический и кинематический подходы. Принцип мини-макса позволил решить некоторые проблемы несущей способности конструкций, которые не имели решений или были решены приблизительно. Кроме того, принцип был использован для решения некоторых новых задач при расчете RC-оболочек. показывать меньше

В расчёте конструкций зданий и сооружений на сейсмическую нагрузку при определении коэффициента формы колебания необходимо учитывать протяжённость зданий и сооружений в плане.

Проведенные в ЦНИЭПжилища вибрационные исследования зданий под руководством Г. А. Шапиро показывает, что учёт пространственных форм колебаний для сравнительно длинных зданий может оказаться существенным даже при наличии вертикальных диафрагм.

В Таджикском политехническом институте (ныне Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими) под руководством Исхакова Я.Ш. выполнены исследование железобетонных пологих оболочек в сейсмическом районе на статические и динамические нагрузки при участии Низомова Дж., Шарипова Л., Смирнова В.И., Камилова М.Х., Каландарбекова И. К., Нуманова О.Р., Чиркина Т.В., Кудусова А. и др.

Необходимость учёта протяжённости здания в плане нашло своё экспериментальное подтверждение в наблюдениях, проведённых американским учёным Хаузнером, при землетрясении в США 21 июля 1952 г. В работе [7] Хаузнер указал, что спектры ускорений грунта и фундамента в поперечном направлении одного

из зданий при землетрясении 1952 г. оказались совпадающими.

Обзор теоретических материалов за рубежом показывает, что подавляющее большинство работ выполняют с помощью ЭВМ.

В работе [6] развивается новая расчётная модель граничных интегральных уравнений или метод граничных элементов. Разработаны полные интегральные уравнения в перемещениях, пригодные для расчёта пологих оболочек произвольной формы с любыми граничными условиями.

В работе [8] представлено исследование конструктивной способности железобетонных оболочек свободной формы с шестиугольными и треугольными установками, опирающимися на углы. Первоначально в нем представлены вычислительные модели для генерации оболочек свободной формы и параметры, используемые в линейном статическом анализе. По результатам этого анализа определены условия минимальной толщины, при которых структурное поведение оболочек согласуется с мембранной теорией тонких оболочек. Затем эти оболочки подвергаются нелинейному анализу при толчке с учетом пластичности и накопления повреждений при каждом увеличении нагрузки. Для определения емкости этих оболочек проводится параметрический анализ с учетом изменения механических свойств и направлений приложения горизонтальной силы, приводящей конструкцию к точке разрушения. В результатах представлено упругопластическое поведение оболочечных конструкций под действием горизонтальных сил. Поэтому данное исследование направлено на расширение знаний о характеристиках оболочек свободной формы под действием внешней горизонтальной нагрузки, таких как конструкции при сейсмическом воздействии.

В работе [9] были выбраны пять типов пространственных бетонных конструкций: трансляционные оболочки с положительной гауссовой кривизной, длинные выпуклые цилиндрические оболочки, гиперболические параболоидные оболочки, купола и др.

В работе [10] приведен расчет пологих оболочек по безмоментной теории, а в работе [11] приведен подбор материалов для пространственных конструкций покрытия.

#### **Выводы**

Из проведённого анализа видно, что работы, посвящённые статике и динамике неразрезных пологих оболочек, имеются в очень ограниченном количестве в технических литературах стран содружеств и за рубежом. Это определяет цели и задачи дальнейшей научной работы – исследование статических и динамических параметров неразрезных пологих оболочек покрытия зданий и сооружений.

#### **Литература:**

1. Амосов А. А. Расчёт тонких упругих оболочек по деформированному состоянию // Строительная механика и расчёт сооружений, 1982, №6, с. 20-23.

2. Iakov Iskhakov and Yuri Ribakov Design Principles and Analysis of Thin Concrete Shells, Domes and Folders. Ariel University, Israel, 2016, 182
3. Iakov Iskhakov ULTIMATE EQUILIBRIUM OF RC STRUCTURES USING MINI-MAX PRINCIPLE. Ariel University, Israel, 2019
4. Ониашвили О.Д. О собственных колебаний упругих систем// Гостехиздат, 1946.
5. Попов Н.Н., Кумпяк О.Г., Плевков В.С. Вопросы динамического расчёта железобетонных конструкций. – Томск: Томский университет, 1990. -286 с.
6. Столыпина Л.И., Сарсенова З.И., Жив А.С., Байниетов И. Особенности работы сборной оболочки положительной кривизны при динамических нагрузках// Сборник трудов/ Промстройиниипроект. -Алма-Ата, 1982. -Вып. 13- Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций.-с. 141-147.
7. Housner G. W. Internaction of Building and Ground During am Eartngquake, Bull. Seism. Soc. of Amer., v/ 47, №3, 1957.
8. Майя Сиан Кайседо Гарсия, Г. Х. Сикейра, Luiz Carlos Marcos Vieira Junior, I. Визотто. Evaluation of structural capacity of triangular and hexagonal reinforced concrete free-form shells. 2019
9. Iakov Iskhakov and Yuri Ribakov. Design Principles and Analysis of Thin Concrete Shells, Domes and Folders Design Principles and Analysis of Thin Concrete Shells, Domes and Folders 2019
10. Нуманов О.Р., Набизода М. Ш., Сангинов А.С. Расчет пологих оболочек по безмоментной Теории /Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. ТТУ №4 (52) – 2020. - с. 131-137
11. Нуманов О.Р., Сангинов А.С., Набизода М. Ш. Материалы для пространственных конструкций покрытия / Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. ТТУ №4 (52) – 2020.- с. 137-141

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Нуманов Олим Раҳимович	Нуманов Олим Рахимович	Numanov Olim Rahimovich
Н.и.т.ҳои техникӣ, дотсент	Кандидат технических наук. доцент	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi
nor5@mail.ru		
ORCID Id 0000-0001-6382-8823		

**ХУСУСИЯТҶОИ АСОСИИ БАНАҚШАГИРӢ ВА ТАҚДИДИ ҲУДУДҶОИ БОҶОТ****Р.С. Муқимов**

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акадмик М.С.Осимӣ

Тақдиди сохтмони манзили зист қисмати масъалаҳои умумии шаҳр аст, ки ба таъминоти шароитҳои беҳтари зист, ғайолияти истеҳсоли ва истироҳати аҳоли, қонғ гардонидани талаботҳои моддӣ ва маънавий, сомон додани муҳити бороҳати атроф нигаронида шудааст.

Боғ ҳудуди обод кардашудааст, ки дар он шароитҳои табиқ (дарахтон, обанборҳо, релеф), бо усулҳои гуногуни меъморӣ манзаравӣ азнавсозӣ, сохтмонҳои сабз ва ободони меъморӣ рӯя карда шудаанд ва як маҷмуи меъморӣ – ташкилоти мустақил мебошад, ки дар онҳо барои истироҳати аҳоли муҳити мувофиқ фароғам оварда шудааст.

Боғҳои сервазифа- ин пеш аз ҳама боғҳо барои сайёҳат, боғҳои таърихӣ, боғҳои ёдгори, боғҳои этнографӣ, боғҳои бачагона, боғҳои тамошобоб (аттракцион) ва махсус, масалан, боғи дарахтон, боғи намоишҳо, боғи ҳайвонот, боғҳои варзишӣ (стадион) ва монанди ин мебошанд.

Дарки муосири эҳёи ҳудуд - ин самаранок истифода бурдани заминҳои шаҳрҳо, ки ҳамчун дараҷаи мутобиқати истифодаи замин ба нафъи шаҳр фаҳмида шуда, чун низомии мураккаби иҷтимоии нишондиҳандаи “тандурустӣ”-и ҳудуд қабул мешавад: маҳбулии муҳити шаҳр – бофароғатӣ, тозагӣ ва амал; рушди фазои чамбиятӣ; ғайогардонии ҳаёти маданӣ; беҳтар намудани симои берунӣ ҳар гуна шаҳр, аз ҷумла шаҳри Душанбе; рушди шаклҳои мақбули савдо; нигоҳдории иншоотҳои ёдгориҳои таърихӣ ва маданияти пойтахт.

**Калимаҳои калидӣ:** меъморӣ, шаҳрсозӣ, ободони шаҳрҳо, манзараи меъморӣ, боғот, чорбоғ, санъати манзаравӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳити шаҳр, боғи истироҳатӣ, боғи кудакон.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕГЕНЕРАЦИИ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ****Р.С. Муқимов**

Регенерация жилищного строительства является частью общих проблем города, направленных на обеспечение лучших условий жизни, производственной деятельности и отдыха населения, удовлетворение материальных и духовных потребностей, создание комфортной среды вокруг дома. Сад - территория с посаженными человеком плодовыми деревьями и кустарниками. Также в саду могут произрастать декоративные растения, а также присутствовать элементы огорода. Сады бывают исторические, мемориальные парки, этнографические сады, детские сады, захватывающие сады (аттракционы) и специальные, например, парк деревьев, парк шоу, парк животных, спортивные парки (стадион) и т.д. Современное понимание территориального Возрождения - это рациональное использование земель городов, понимаемых как степень соответствия землепользованию в пользу города, так и принимаемых как сложной социальной системы. Показателями “здравоохранение” территории: география городско-текстильной среды, чистота и действия; развитие общественного пространства; активизация культурной жизни; улучшение внешнего имиджа любого города, в том числе города Душанбе; развитие профильных форм торговли; содержание исторических и культурных объектов столицы.

**Ключевые слова:** архитектура, градостроительство, благоустройство городов, архитектурный ландшафт, сад, чорбоғ, декоративно-прикладное искусство, Республика Таджикистан, городская среда, парк отдыха, детский сад.

**FEATURES OF THE DESIGN AND REGENERATION OF PARK AREAS****R.S. Mukimov**

The regeneration of housing construction is part of the general problems of the city, aimed at providing better living conditions, industrial activity and recreation of the population, meeting material and spiritual needs, creating a comfortable environment around the house. A garden is an area with fruit trees and shrubs planted by a person. Also, ornamental plants can grow in the garden, as well as elements of the garden can be present. There are historical gardens, memorial parks, ethnographic gardens, kindergartens, exciting gardens (attractions) and special ones, for example, a tree park, a show park, an animal park, sports parks (stadium), etc. The modern understanding of territorial Revival is the rational use of urban land, understood as the degree of compliance with land use in favor of the city, and accepted as a complex social system. The indicators "health care" of the territory: the geography of the urban-textile environment, cleanliness and actions; the development of public space; activation of cultural life; improvement of the external image of any city, including the city of Dushanbe; development of specialized forms of trade; maintenance of historical and cultural objects of the capital.

**Keywords:** architecture, urban planning, urban improvement, architectural landscape, garden, chorbog, decorative and applied art, Republic of Tajikistan, urban environment, recreation park, kindergarten.

**Муқаддима**

Дар шароити имрӯзаи дигаргуншавии шаҳрҳо аз нуқтаи назари шаҳрсозӣ ва манзара масъалаи сабзкорӣи ҳудудҳои кушода масъалаи махсусан муҳим ба шумор меравад. Аз ҷолибӣ ва гуногунпаҳлӯи онҳо аз бисёр ҷиҳат бороҳати рафтуоии одамон дар шаҳр вобаста аст. Ба ороиши эстетикӣ боғот ва махсусан фазои дохилии онҳо диққати махсус дода мешавад. Алҳол дар ҳаҷон бисёр намудҳои гуногуни боғот мавҷуданд. Ин боқотҳои анъанавӣ, ки решаҳои он ба давраҳои антиқа рафта мерасад, боғоти таъинотӣ ва инчунин боғоте, ки ба присипҳои ҳозираи санъати бемавзӯ таъя мекунад,

мебошанд. Барои он ки якҷанд намуди боқот таҳлил ва таҳқиқ карда шаванд зарур аст, ки онҳо омӯхта шаванд, ҳуди мафқуми боғ мучаррар ва хусусиятҳои хоси он таҳлил карда шаванд.

**Шарҳи адабиёт**

Проблемаҳои лоиҳакашӣ ва регенератсияи боғҳои Тоҷикистон то ҳозира ҳал нашудааст. Барои ҳамин масъалаҳои тарҳкашӣ ва азнавбарқароркунии муҳити зист бо обёрӣ олимони Русия М.С.Шумилов, В.А.Осин, П.Н.Санков ва ғ. Машғул буданд. Дар Тоҷикистон проблемаҳои номбурда дар асарҳои Р.С.Муқимов, С.М.Мамаҷонова (дар монографияи “Архитектура и



градостроительство Душанбе”, Душанбе, 2008 с.) ва М.И.Исмоилов дар таҳқиқоти диссертатсионӣ банд будаанд.

### Маводҳо ва методҳои таҳқиқот

Боғ ҳудуди обод кардашудаест, ки дар он шароитҳои табиқ (дарахтон, обанборҳо, релеф), бо усулҳои гуногуни меъморӣ манзаравӣ азнавсозӣ, сохтмонҳои сабз ва ободонии меъморӣ риоя карда шудаанд ва як маҷмуи меъморӣ – ташкилоти мустақил мебошад, ки дар онҳо барои истироҳати аҳоли муҳити мувофиқ фароғам оварда шудааст [1].

Ҷузъи асосии боғ ин гурӯҳи дарахтон ва буттаҳо, намудҳои гуногуни дарахтон, композицияҳои ороишӣ аз гулҳо дар гулгаштҳо, роҳравҳо ва сабззорҳо ба шумор меравад. Чун қоида, дар боғ фавораҳо мешинонанд, кӯлҳои гуногун месозанд, шаклҳои хурди меъморӣ ва муҷассамаҳо ҷой медиҳанд.

Аз рӯи хосияташон боғҳоро ба якквазиҷадор ва бисёрвазиҷадор тақсим мекунанд. Дар намуди аввал фақат як намуд ҷой дода мешавад, дар намуди дуюм бошад, аз рӯи истифода вазиҷаҳои бисёрро иҷро мекунад.

Боғҳои сервазиҷа - ин пеш аз ҳама боғҳои барои сайёҳат, боғҳои таърихӣ, боғҳои ёдгори, боғҳои этнографӣ, боғҳои бачагона, боғҳои тамошобоб (аттракцион) ва махсус, масалан, боғи дарахтон (ботаникӣ), боғи намоишҳо, боғи ҳайвонот, боғҳои варзишӣ (стадион) ва монанди ин мебошанд.

Ба боғҳои сервазиҷа боғҳои фарҳангӣ ва истироҳатии ҷамияти ноҳиявӣ ва ҷамиятии шаҳрҳо дошта дохил мешаванд. Ба яке аз боғҳои сервазиҷа диққат додан зарур аст, зеро ин маълумот ба ҳудудҳои банақшагирифташаванда муносибат дорад.

Боғи сайругаштӣ барои истироҳати ором таъин шудааст. Вай бояд дорои дарахтҳои зиёде бошад. Дар ин ҷо нақши шаклҳои хурди меъморӣ ва муҷассамаҳо назаррас аст. Дар бисёр ҳолат дар ин боғ фавораҳо, ҳавзҳо, зинабоҳо бо гулбуттаҳо, сабззор дар иҳотаи дарахту буттаҳо истифода бурда мешавад. Боғҳо бояд хеле хуб ҷароҳон карда шаванд, то шабона мавриди истифода бошанд. Баъзан дар ин гуна боғҳо ҷароғони рангаи ороиши гуногун мемонанд ва бо ифодаи мутахассисон бозии рангу рушноиро ташкил мекунонанд. Аҳолии шаҳр ба чунин боғҳо бо хурсандӣ меоянд ва бо қонатмандии зиёд дар онҳо истироҳат менамоянд.

Дар рӯзҳои мо масъалаи регенератсия, яъне эҳёи марказҳои таърихии шаҳрҳо хеле масъалаи доғ аст. Шаҳрҳо симои фардии худ, яъне тимсоли ягонаю нотақдор будани худро гум карда истодаанд ва дар Қисмати сохтмонҳои нав “ношинос” шуда истодаанд. Дар вазиҷаҳои эҳё чунин масъалаҳо дохил мешавад: муносибати эҳтиётқорона ба муҳити мавҷуда; дастгирии тавсифҳои нақшавӣ ва композиционии муҳит;

зиёд намудани ҳаҷми вазиҷавии ҳудуди шаҳрӣ, самаранокӣ истифодаи фазои шаҳрӣ; барқарор намудани сифати азбайнрафтаи муҳит; таъмини пайдарпайи амал дар раванди азнавсозӣ.

Дарки муосири эҳёи ҳудуд - ин самаранок истифода бурдани заминҳои шаҳрӣ, ки ҳамчун дараҷаи мутобиқати истифодаи замин ба нафъи шаҳр фаҳмида шуда, чун низомии мураккаби иҷтимоии нишондиҳандаи “тандурустӣ”-и ҳудуд қабул мешавад: маҳбулии муҳити шаҳр – бофароғатӣ, тозагӣ ва амал; рушди фазои ҷамъиятӣ; фаъолгардонии ҳаёти маданӣ; беҳтар намудани симои берунии ҳар гуна шаҳр, аз ҷумла шаҳри Душанбе; рушди шаклҳои мақбули савдо; нигоҳдории иншоотҳои ёдгориҳои таърихӣ ва маданияи пойтахт.

Таҷдиди сохтмони манзили зист қисмати масъалаҳои умумии шаҳр аст, ки ба таъминоти шароитҳои беҳтари зист, фаъолияти истеҳсоли ва истироҳати аҳоли, қонеъ гардонидани талаботҳои моддӣ ва маънавӣ, созмон додани муҳити бороҳати атроф нигаронида шудааст.

Чорабиниҳо вобаста ба таҷдид бо ҳалли маҷмуи масъалаҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ, меъморӣ – балоихагӣ ва санитарӣ беҳдошти зич алоқаманданд: мувофиқ намудани сохтори банақшагирии шаҳр бо талаботҳои муосири рушд, барҳам додани захираҳои фарсуда ва аз ҷиҳати маънавӣ кӯҳнашуда, ташаққули маҷмуаҳои меъморӣ бо назардоршти нигоҳ доштани ёдгориҳои таърихӣ; баланд бардоштани самаранокӣ истифодаи ҳудудҳои зист бо роҳи аз байн бурдани захираҳои камарзиш ва сохтмони биноҳои бисёррошӯна дар майдонҳои холишудаи муҳити шаҳр [2].

Ҳалли масъалаҳои иҷтимоӣ чунин чораҳоро пешбинӣ менамояд, аз ҷумла баланд бардоштани сатҳи бофароғатӣ дар минтақаҳои мавҷуда, фароғам овардани шароитҳои зист ва фарҳангии маишӣ, ки ба талаботи меъёрҳои шаҳрсозии муосир ҷавобгӯ бошанд.

Таҷдид ва навсозии сохтмонҳои мавҷуда на танҳо барои қонеъ намудани талаботҳои ҷорӣ аҳоли равона карда шудааст, балки ба самти расидан ба мақсадҳои дар нақшаи генералии шаҳр ҷой дода шуда низ равона шудааст. Ин масъала бо масъалаи аз ҷиҳати иқтисодӣ мақсаднок ҷобачогузори сохтмони нави манзили зист, бештар самаранок истифода намудани маблағгузориҳо ба иншоотҳои хоҷагӣ ва ҳудуди шаҳр вобастагии зич дорад.

Соҳаи хоҷагии сабз (ободонӣ) дар шаҳрҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон босуръат рушд дорад. Ин маънои онро дорад, ки ободонӣ ва сабзкориҳои шаҳрҳо яке аз вазиҷаҳои афзалиятноки давлат шуморида шудааст. Дар ҷумҳури Консепсияи ободонии ҳаматарафа таҳия карда шудааст, ки дар он ҳамаи қорҳои вобаста ба сабзкориҳо ва беҳтар намудани ҳолати ҳудудҳои шаҳрҳо дохил гардидаанд. Дар ин ҳуҷҷат талаботҳо оид ба

корҳои азнавсозӣ ва дигаргунсозии боэҳтиёти симои имрӯзаи шаҳрҳо, шинондани дарахтони нав ва гулҳо дар кӯчаю боғот, шинондани панҷараҳо дар асоси талаботҳои меъморӣ, равшан намудани кӯча ва ҳатто маҳаллаҳо, ҷойгир намудани шаклҳои хурди меъморӣ ва иншоотҳои ороиши шаҳр муқаррар карда шудаанд. Дар асоси ин концепсия ободони маҷмӯӣ ба се гурӯҳи ҳудудҳои шаҳрӣ дахл дорад.

Гурӯҳи аввал - ҳудудҳои ҷамъияти шаҳр, яъне ҳамон ҳудудҳое, ки аз тарафи аҳоли шаҳр ташриф оварда мешавад ва марказҳои муҳими умумишаҳрӣ минтақавӣ ба шумор мераванд, ба ин кинотеатрҳо, марказҳои савдо, боғот, гулгаштҳо ва мавзеҳои пиёдагард дохил мешавад. Минтақа ва қитъаҳои махсуси сохтмонҳои ҷамъиятӣ, ба мисли муассисаҳои давлатӣ, бемористонҳо, шаҳрчаҳои донишҷӯӣ дар асоси самти махсуси ҳудашон обод карда мешаванд. Масалан, дар ҳудудҳои бемористонҳо дар боғоту гулгаштҳо хараҳо барои нишаст ва истироҳат шинонда мешаванд.

Гурӯҳи дуюм - ҳудудҳои таъиноти зист. Талаботҳои махсус барои ин гурӯҳ низ кор карда шудааст. Онҳо низ вобаста ба самт гуногунанд. Масалан, ободонӣ барои ҳудудҳои назди хонаҳо, барои назди мактабҳо ва ё муассисаҳои томактабӣ, барои истгоҳи автомобилҳо ва ҳудудҳои ҷамъиятӣ дар дохили минтақаҳои зист аз ҳамдигар фарқ мекунад.

Гурӯҳи сеюм - ҳудудҳои фароғатӣ. Инҳо боғот, гулгаштҳо, пайраҳо, боғот ва минтақҳои истироҳат. Ба ин гурӯҳ ҳудудҳои махсус ҳифзшавандаи табиӣ- боғи миллӣ, боғоти табиӣ ва ҷангалҳо дохил мешавад [3].

Ободони маҷмӯӣ дар ҳар як ҳолати алоҳида талаботҳои махсуси ҳудуд дорад, аммо баъзе омилҳое низ ҳастанд, ки барои ҳамаи гурӯҳҳо баробар тааллуқ дорад, масалан барои ҳамаи гурӯҳҳо шинондани дарахтон ҳатмист. Маҳз ҳамин дарахтон барои офаридани манзараи ягона ва ҳамохангии ҳудудҳо ёрӣ расонида, ҳолати экологии шаҳр ва маҳалларо беҳтар мегардонанд.

Вобаста ба мавқеи ҷуғрофӣ ҳудудҳои Осиёи Миёна, аз ҷумла Тоҷикистон дар худ мавзеҳоеро инсоният дар давоҳои хеле барвақт аз худ намудааст, воҳаҳо, биёбонҳои регӣ ва маҳалли кӯҳистон ҷойгир аст. Ғайр аз ин ин ҳудуд дорои шароитҳои бо ҳам муқобил- тазодноки табиӣ- иқлимӣ мебошад, ки қабули чораҳои мутаносибро барои фароҳам овардани шароитҳои муътадил зарур мегардонад.

Дар шароити камчини заминҳои шаҳрӣ дар Тоҷикистон ба охир расидани захираҳои ҳудудҳои озод дар шаҳрҳо масъалаи таҷдиди манзилҳои зисти мавҷуда махсусан муҳим арзёбӣ мегардад. Фаврияти ба амал баровардани чорабиниҳо дар самти истифодаи самараноки ҳудудҳои манзилҳои зист, дигаргун

кардани муҳити шаҳрӣ ва беҳтар гардонидани шароити зисти аҳоли, мувофиқи мақсад будани васеъ намудани ҳудудҳои таҷдиди манзилҳои зистро нишон медиҳад. Агар то вақтҳои охир чунин имкониятҳо то дараҷае маҳдуд буданд, пас минбаъд дар баробари қаноатбахш гардонидани талаботи аҳоли ба манзил, мустақкам гардонидани нерӯи пойгоҳҳои техникӣ- истеҳсолӣ барои васеъ гардонидани сохтмони хонаҳои баландошёна шароити нисбатан мувофиқи барқароркунии васеъ ва маҷмӯӣ минтақаҳои зист пайдо мешавад.

Маҳалла ва минтақаи зист зери таъсири омилҳои гуногун (хусусиятҳои ҳолатҳои шҳрсозӣ, хусусияти ҳоси маҳал, мавҷудияти дигар иншоотҳо ва м. ин) ба дигаргунӣ (лоиҳакашию амалӣ) дучор меоянд. Ҳаҷми қорҳои пешбинишуда дар шаҳрҳо асосан дар минтақаҳои таҷдидшаванда ҷой карда мешаванд. Аз ин рӯ таҷдид ҳамчун раванди дуру дарози амалӣ гаштани лоиҳа бо тадриҷан зиёд шудани ҳаҷми қорҳои пешбинишуда дида баромада мешавад. Ҳангоми шурӯъ кардан ба таҷдид муайян намудани минтақаи азнавсозӣ дар сохтори лоиҳакашии шаҳр муҳим аст. Дар мутабиқат ба ин бояд мақсадҳои функционалӣ, дараҷаи қимати шҳрсозии ҳудуд, дар ин маънӣ, самт ва ҳаҷми чорабиниҳои азнавсозӣ бо назардошти шартҳои ояндаи рушд ва сохтмони шаҳр муқаррар карда шаванд.

Дар ин ҳолат таҳлили маҷмӯӣ ва баҳодиҳии истифодаи ҳудуди шаҳрӣ, зичии сохтмони мавҷуда, маблағгузориҳо, қабатнокӣ, ҳолати техникаи захираи манзил, сатҳ ва дараҷаи қоромадии таҷҳизоти муҳандисӣ, бо роҳ ва нақлиётӣ таъмин будани ҳудуди ноҳия аҳамияти муҳим дорад. Инчунин шароитҳои муҳандисӣ- сохтмонӣ ва санитарӣ – беҳдоштӣ талаботҳои меъморӣ – лоиҳакашӣ, ҷойгирии минтақаи азнавсозишаванда нисбати маркази шаҳр, ҷойҳои қорию минтақаҳои истироҳат, шабақаҳои коммуникатсионӣ, нақлиётӣ ва муҳандисӣ ва монанди ин ба назар гирифта мешавад.

Вазифаи асосии таҷдид дар давраи аввал барҳам додани камбудию норасиҳое, ки дар самти талаботҳои муносири сохтмон муҳолифатдоранд ва фаъол гардонидани захираҳои истифодаи самараноки ҳудудҳои шаҳр ба шумор меравад.

Ба вазифаҳои аввалиндараҷа дохил мешавад: мунтазам ба тартиб даровардани сохтмон бо навсозии биноҳои нав ва барҳам додани биноҳои қуҳнаи қимати пастдошта; вайрон кардани як қисмати биноҳои истифодашаванда бо назардошти талаботҳои умумишаҳрӣ; барҳам додан ва ё қучонидан ба минтақаҳои истеҳсолии ба маҳали истиқомат новобастаи иншоотҳои хурди саноатӣ, иншоотҳои молнигоҳдорӣ; иҷрои қорҳо аз рӯи таҷҳизоти муҳандисӣ, ободонию сабзқорӣ ҳудудҳо, таъминот бо иншоотҳои фарҳангию

хизмати маиши аҳоли, бо майдончаҳои варзишӣ ва бачагона, сохтани минтақаҳои истироҳат [4].

### Масъалагузориҳо

Вобаста бо мазмуни адабиётҳо дар мақола проблемаи муайян намудани лоиҳакашӣ ва барқарорсозии боғҳои Тоҷикистон гузошта шудааст.

Хамзамон дар мақола диққатро бо инобат гирифтани шаклу анъанаҳои ташкили лоиҳакашӣ ва азнавсозии боғҳои Тоҷикистон (дар мисоли пойтахти ӯ - Душанбе) чалб мекунанд.

### Натиҷаҳо

Таҷдид ва рушди ҳудудҳои зист: зиёд намудани ҳаҷми шаҳрсозии манзилҳои зисти шаҳр бо роҳи ба охир расонидани аз худ намудани захираҳои дохилишаҳрӣ ва минтақавӣ, азнавсозии ҳудудҳои зисти мавҷуда; ташаккули минбаъдаи маҷмаҳои истиқоматии ба талаботҳои иҷтимоии дастрасии иншоотҳои хизматрасонӣ, марказҳои ҷамъиятӣ, истгоҳҳои нақлиёти ҷамъиятӣ ва умуман маҷмуи ободониҳо ҷавобгӯ; гашаккули муҳити зисти гуногуни ва сохтмонҳои гуногун, ки талаботҳои табақаҳои гуногуни истеъмолкунандагонро қаноатбахш гардонидани тавонад; зиёд намудани ҳаҷми азнавсозии маҷмуи ва ободониҳои ҳудудҳои зист, таъмири пурра (капитали)-и хонаҳои истиқоматӣ, барқароркунӣ, барқарорсозӣ ва навкунонии манзилҳои зисти қимати таърихӣ дошта [4].

Ба шумораи чораҳои аввалиндараҷа инчунин ташаккули ғӯшаҳои меъморӣ-лоиҳакашии шаҳр бо мақсади ба охир расонидани сохтмони маҷмуи маркази майдонҳо, роҳҳои шаҳрӣ ва наздисоҳилӣ ба шумор меравад. Гуногунии шароитҳои шаҳрсозӣ имконият намедихад, ки ҳамон роҳу усул ва нишондиҳандаҳои меъёрии барои ҳалли масъалаҳои азнавсозии манзилҳои истиқоматӣ муқарраргардида истифода бурда шавад.

Минтақаҳои дорои манзилҳои қимати паст дошта қариб захираи тақягоҳӣ надоранд, сатҳи таъминоти онҳо бо таҷдидоти муҳандисӣ, хизматрасониҳои фарҳангӣ-маишӣ ва мавҷудияти дарахтзорҳои истифодаи умум ва ободониҳои ҳудуд хеле паст аст. Азнавсозии чунин минтақаҳо бояд ба то ҳадди имкон ба баланд бардоштани самаранокии истифодаи ҳудуд ва ташкили минтақаҳои зист дар асоси талаботи меъёрҳои шаҳрсозии муосир, лоиҳакашӣ ва сохтмон нигаронида шавад.

Барои бисёр шаҳрҳои Тоҷикистон шакли аз ҳама паҳнғаштаи азнавсозӣ ин иваз намудани захираи камаҳамияти хонаҳои пастошёна мебошад, ки имконият медиҳад, ҳудуди мавҷуда самаранок истифода бурда шавад.

Дар баробари ин дар чунин шаҳрҳо, ба мисли Душанбе, Хуҷанд ва дигарҳо, ки қисмати асоси истиқоматгоҳоро манзилҳои кӯҳнаи истиқоматии бисёррошёна ташкил мекунанд, бо мақсади ҷафс намудани сохтмон, васеъ намудани роҳҳои мавҷуда ва сохтани роҳҳои нав қисман аз байн

бардоштани манзилҳои фарсуда мувофиқи мақсад аст [5].

Дар баробари ин дар баъзе минтақаҳои зист хонаҳо таъмири капиталӣ, навсозӣ, дар баъзе ҳолатҳои алоҳида баланд бардоштани хонаҳои мавҷуда, нигоҳдории лоиҳаҳои навкардашудаи минтақаҳои зист ва интихобан аз нав сохтани хонаҳо амалӣ карда мешавад.

Аз ин рӯ, дигаргунӣ ва эҳёи минтақаҳои манзилҳои зист дошта ногузир бо беҳтар намудани истифодаи техникаӣ ва нигоҳдории захираи кӯҳнаи биноҳои мустақкам, таъмиру аз навсозии онҳо, ки ҳам ба нигоҳдории биноҳо ва ҳам ба сатҳи талаботҳои имрӯза мувофиқ намудани онҳо нигаронида шудааст, алоқаманд мебошад. Дар ин асос, бояд гузаронидани таъмири капиталӣ ва азнавсозии манзилҳои истиқоматӣ чун қисми ҷудонашавандаи вазифаи умумии эҳёи сохтмон дида баромада шавад.

### Муҳокима

Бо назардошти имкониятҳои техникаӣ ва аз ҷиҳати иқтисодӣ мувофиқи мақсад будан баъзе хонаҳо баланд бардошта мешаванд (яъне дар болои онҳо ошёнаҳои нав сохта мешавад). Ин бошад имконият медиҳад, ки дар ҳудуди мавҷуда майдони иловагии зист ташкил ёбад ва бо ҳамин баъзе ҷойҳои аз ҳисоби вайрон намудани манзилҳои зист кам шуда, пур карда шавад. Дар ҳолати набудани имконияти баланд бардоштани манзилҳои камошёнаи вайрон карда нашуда, онҳоро метавон чун муассисаҳои фарҳангӣ хизматрасонӣ истифода намуд.

Ба эҳё на танҳо минтақаҳои таърихӣ фарсуда, балки қисман биноҳое, ки дар солҳои сохтмони сотсиалистӣ-солҳои 60-80-ум сохта шуда буданд, фаро гирифта мешавад. Ҳамин тавр, дар шаҳрҳои калони Тоҷикистон солҳои пеш хонаҳои истиқоматие сохта шуда буданд, ки шароити хубу бафароғати зист надоштанд: қисмҳои санитарӣ яқоя карда шуда буданд, ба ошхона ба воситаи хучраҳои истиқомат даромада мешуд, роҳрав хеле танг карда шуда буд, воситаҳои истифода мешуданд, ки садо аз онҳо мегузашт ва м. ин.

Аз рӯи ҳолати техникаӣ чунин хонаҳо метавонанд муддати дароз хизмат намоёнд, вале барои аз нав сохтан ва ба шароити мувофиқ гардонидани онҳо маблағҳои зиёд сарф мешавад. Мавҷудияти сохтори пурқуввати конструкторӣ – лоиҳакашии чунин хонаҳои истиқоматӣ имконияти аз нав дигаргун намудани онҳоро намедихад. Барои ҳамин дар давраҳои минбаъда вайрон ва иваз намудани як қисмати хонаҳои бисёррошёнаи калондевор (крупнопанельных), ки аллакай ба талаботҳои зисти бофароғат ҷавобгӯ нестанд, лозим меояд.

### Хулоса:

Аз ин рӯ, муайян намудани усул, роҳ, навбатнокии гузаронидани чорабиниҳои азнавсозӣ пеш аз омӯзиши ҳолати муосири

сохтмони манзилҳои зист аз нуқтаи назари мувофиқати онҳо ба талаботҳои имконият ва мувофиқи мақсад будани истифодаи минбаъдаи манзилҳои зист, иншоотҳои табиноти фарҳангию

хизматрасонӣ ва ё зарурияти ивази онҳо бо назардошти талаботҳои шаҳрсозӣ ва меъёрҳои санитарӣ давраи муҳим ба шумор меравад.

#### Адабиёт:

12. Миловидов М. М., Осин В. А., Шумилов М. С. Реконструкция жилой застройки. Учебное пособие для вузов. - М: Высшая школа, 1980. –240 с.
13. Шепелев М. П., Шумилов М. С. Реконструкция городской застройки: уч.: для строит. Специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 271 с.; Мукимов Р.С., Мамаджанова С.М. Зарождение промышленной архитектуры Таджикистана (1924-1980-е годы)// Вестник ТГУПБП. – Гуманитарные науки. – № 3 (72). – Худжанд. – 2017. – С. 5-13.
14. Клиорина Г.И., Осин В. А., Шумилов М. С. Инженерная подготовка городских территорий: Уч. для студ. вузов по спец. «Городское строительство» / Под. ред. В. А. Осина. М.: Высшая школа, 1984. – 271 с.;
15. Саньков П. Н., Кашенко Е. П., Озеленение городских и рекреационных территорий. Учебное пособие. Днепропетровск, ПГАСА, 2000. – 117 с.;
16. Мукимов Р.С., Мамаджанова С.М. Устойчивое развитие города Душанбе // Политехнический вестник. № 1(49). – Душанбе, 2020 – С. 174-179.
17. Мамаджанова С.М., Мукимов Р.С. Архитектура и градостроительство Душанбе: история, теория и практика. – Душанбе:, 2008. – 400 с.;
18. Мукимов Р.С., Мукимова С.Р. Толерантность в архитектуре и памятниках культурного наследия // Политехнический вестник. № 1(45). – Душанбе, 2019 – С. 254-258.
19. Мукимова, С.Р., Мухиддинова, Р.К. Природно-климатические условия, определяющие архитектурно-ландшафтную организацию городов Таджикистана. Политехнический вестник (серия: инженерные исследования). 2019, №4 (48). – Душанбе: Изд. «ТТУ», – С. 147-153.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Мукимов Рустам Саматович	Мукимов Рустам Саматович	<a href="#">Rustam Samatovich Mukimov</a>
доктори меъморӣ, профессори кафедраи «ДММваТ»	доктор архитектуры, профессор кафедры «ДАСиР»	Doctor of Architecture, Professor of the Department of «Architectural Environment Design and Restoration»
ДТТ ба номи акадмик М.С.Осимӣ.	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.C.Osimi
rmukimov@mail.ru		
ORCID Id 0000-0001-6477-9859		

## ОМИЛҲОИ АСОСИИ МУАЙЯНКУНАНДАИ ХУСУСИЯТҲОИ ОБОДОНИИ МЕЪМОРИИ ҲУДУДИ ШАҲРҲО

С.М. Мамаҷонова

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар мақола принсипҳои умумии ташаккули ободони шаҳрҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон дида баромада шудааст. Хусусиятҳои маҳсули табиӣ- иқлимӣ, демографӣ ва иҷтимоӣ – маиши худро доранд, ки бояд ҳангоми ободони мантақаҳои зист ба ҳисоб гирифта шаванд.

Дар тамоми ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон муддати мадидаи давраи гармӣ (аз 6 то 9 моҳ), аз ҷумла давраи гармо (се моҳ) ҳос аст, ки боиси ба вучуд омадани микроклимати номувофиқ барои зиндагӣ мегардад. Ин маҳсулияти иқлим барои гузаронидани як қисмати равандҳои маишӣ дар ҳавои кушод дар муддати мадид имконият медиҳад. Аз ин ҷиҳат, зарурияти ба ҳисоб гирифтани ин хусусиятҳо ҳангоми ташкили маҳалҳо барои маишат ва истироҳати аҳоли ба миён меояд.

Барои фароғат намудани шароити зист нақши асосиро растанӣҳо мебозанд. Бехтар гардидани шароити микро иқлим ба воситаи растанӣҳо аз бузургии минтақаи сабзкорӣшуда, бастаҳои ташкилкунандаи соябонҳо, усулҳои ташкил ва намуди растанӣҳо вобаста аст.

**Калимаҳои калидӣ:** меъмори, шаҳрсозӣ, ободони шаҳрҳо, шаҳр, боғ; кабутизорӣ; меъмории манзаравай, боғҳои таърихӣ.

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХАРАКТЕР АРХИТЕКТУРНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ

С.М. Мамаджанова

В статье рассмотрены общие принципы формирования благоустройства городов республики Таджикистан. Имеют свои специфические природно - климатические, демографические и социально – бытовые особенности, которые необходимо учитывать при обустройстве жилых объектов. На всей территории Республики Таджикистан тепловой периода (от 6 до 9 месяцев), что приводит к возникновению неподходящей для жизни микроклимат. Эта специфика климата издавна позволяет провести часть бытовых процессов на открытом воздухе. В этом плане необходимо учитывать эти особенности при организации мест для отдыха населения. Важную роль играют растения. Улучшение микро климатических условий зависит от величины озелененных зон, навесов и вида растений.

**Ключевые слова:** архитектура, градостроительство, архитектурное благоустройство, город, озеленение, обводнение.

## MAIN FACTORS DEFINING THE NATURE OF THE ARCHITECTURAL CONSTRUCTION TERRITORY

S.M. Mamadzhanova

The article discusses the general principles of the formation of urban improvement in the Republic of Tajikistan. They have their own specific natural and climatic, demographic and social features that must be taken into account when arranging residential facilities. The entire territory of the Republic of Tajikistan has a thermal period (from 6 to 9 months), which leads to an unsuitable microclimate for life. This specific climate has long allowed us to carry out some of the household processes in the open air. In this regard, it is necessary to take into account these features when organizing places for recreation of the population. Plants play an important role. The improvement of micro climatic conditions depends on the size of the green areas, canopies and the type of plants.

**Keywords:** architecture, urban planning, architectural improvement, city, landscaping, watering.

### Муқаддима

Принсипҳои умумии ташаккули ободони шаҳрҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон хусусиятҳои маҳсули табиӣ- иқлимӣ, демографӣ ва иҷтимоӣ – маиши худро доранд, ки бояд ҳангоми ободони мантақаҳои зист ба ҳисоб гирифта шаванд. Ба ҳисобгирии маҷмуи хусусиятҳои маҳсули ин омилҳо барои фароҳам овардани шароитҳои бороҳати зист мувофиқат намуда, асоси обективи ташаккули гуногунрангии сохтмонҳои манзили шаҳр ба ҳисоб мераванд.

Аз рӯи ҷойгиршави ҷуғрофии худ ҳудуди ҷумҳуриҳои Осиеи Миёна дорои минтақаҳои кайҳо аз тарафи инсон аз худ намудаи воҳаҳо, биёбонҳои регӣ ва минтақаҳои кӯҳӣ мебошад. Ғайр аз ин минтақа бо шароитҳои табиӣ – иқлимӣ пуртазод, ки гузаронидани чорабиниҳои мутаносибро барои фароҳам овардани шароитҳои мувофиқ талаб мекунад, фарқ мекунад.

Шарҳи адабиёт

Иқлими табиӣ маҳсул, демография ва хусусиятҳои иҷтимоӣ-ҳочагии Тоҷикистон, ба гуфти мутахассисони меъмории манзаравай, ба омилҳои асосии овардан: М.С.Шумилов, А.Н.Римша, Е.М.Микулина Д.Аронин ва ғайра. Хиссаи худро ба ҳалшавии ин масъала дар ободони шаҳрҳо олимони Тоҷикистон ҳам гузоштан (А.А.Акбаров, С.М.Мамаҷонова, Р.С.Муқимов ва ғ.). Аз ин рӯ, дар ин мақола, хусусиятҳои маҳсули таъби-иқлимӣ ва иҷтимоиву иқтисодии Тоҷикистон, ки ба бехтар намудани ташаккули ободони шаҳрҳои Тоҷикистон саҳм гузоштан.

### Маводҳо ва методҳо

Шароити шаҳрҳои муосир, дур будани вай аз манзараҳои табиӣ муносибати инсонро бо табиат душвору мураккаб мегардонад. Суръати баланди ҳаёти шаҳрӣ, ки пасту баландшавии эҳсосоти сокинони шаҳрҳои калонро ба вучуд меорад, паст шудани таъсирҳои табиӣ ва баланд шудани таъсирҳои рӯҳӣ – ана ин омилҳо муайянкунандаи талаботи рӯзафзун дар ба вучуд овардани шароитҳои ҳаматарафаи истироҳат ва барқарор

намудани қобилияти меҳнати аҳоли дар ҳуди шаҳр мебошад.

Дар шаҳрҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон одамон дар шароити шадиди иқлимӣ, таъсири доимии ҳарорати баланди ҳаво атроф ҳангоми намнокии нисбатан паст қарор доранд, ки ин ҷисми инсонро ба ҳолати “аз ҳад гармшавии музмин” оварда мерасонад ва боиси вайрон гаштани геодинамика, вайроншавии нафаскашӣ ва узви ҳозима, дигаргун шудани сохтори ҳуҷайраҳои хун мегардад. Инчунин гузаришҳои физикӣ – кимиёвӣ ба амал меояд, ки ба вайроншавии мубодилаи обу намак, карбогидрат, азот ва калтсий, баробари ишқорию кислотагӣ ва ҳолати газии организм оварда мерасонад [1].

Нақши асосиро дар паст намудани шиддати шароитҳои муҳити берунаи нофорамӣ ва ҳифзи инсон аз таъсири ҳарорати баланд об мебозад. Об нисбати хок ду баробар бештар қобилияти гармигузаронӣ дорад, вай оҳиста гарм ва оҳиста хунук мешавад.

Об аз ҳисоби раванди бӯғшавӣ инсонро осоиш мебахшад ва дар натиҷа намнокӣ баланд шуда, ҳарорати ҳаво паст мешавад. Ин раванд, новобаста ба он ки ба таври сунъӣ ва ё табиӣ ба вуқӯъ пайвастааст, боиси ҳаракати бештари ҳаво мегардад.

Суръати паст шудани ҳарорат ҳангоми ҳаракати ҳаво аз ҳаҷми майдони бо ҳам дучоршавии об ва ҳаво вобаста аст. Таҳқиқотҳои таҷрибавӣ нишон доданд, ки дастгоҳҳои обпошдиҳанда ҳарорати ҳаво атрофро паст намуда, ҳаворо ба ҳисоби миёна аз 3,0-3,5 то 7-10% намнок мегардонанд [2].

Сатҳи рӯи об дар таносуб бо якҷоягии мавҷи фаввора нисбат ба оинаи оби ҳамин ҳаҷм самаранок аст. Барои он ки ҳамин самара бе истифодаи дастгоҳи обпошӣ ҳосил шавад, бояд сатҳи рӯи об хеле васеъ карда шавад.

Дар тамоми ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон муддати мадиди давраи гармӣ (аз 6 то 9 моҳ), аз ҷумла давраи гармо (се моҳ) хос аст, ки боиси ба вуҷуд омадани микроклимати номувофиқ барои зиндагӣ мегардад. Ин махсусияти иқлим барои гузаронидани як қисмати равандҳои маишӣ дар ҳаво кушод дар муддати мадид имконият медиҳад. Аз ин ҷиҳат, зарурияти ба ҳисоб гирифтани ин хусусиятҳо ҳангоми ташкили маҳалҳо барои маишат ва истироҳати аҳоли ба миён меояд [9].

Барои бо фароғат намудани шароити зист нақши асосиро растаниҳо мебозанд. Беҳтар гардидани шароити микро иқлим ба воситаи растаниҳо аз бузургии минтақаи сабзқоришуда, бастаҳои ташкилкунандаи соябонҳо, усулҳои ташкил ва намуди растаниҳо вобаста аст.

Махсусан минтақаҳои қариб 100 гектараи сабзқоришуда таъсири бештаре доранд. Аммо ташкили хуби қитъаҳои хурди аз 1 то 50 гектар

сабзқоришуда низ метавонанд ҳарорати ҳаворо то 5,0° муътадил намоянд [3]. Дар ин ҳолат интиҳоби навъи растани нақши муҳим мебозад. Кам шудани таъсири нурҳои офтоб аз зичии бастаи растаниҳо вобаста аст. Масалан, ҳангоми зичии софораи чопонӣ, чормағз, дарахти собунӣ, ҳедичияи сеҳордор, арчаи вирчинӣ, хокистардарахти америкоӣ, сафедор, чинори шарқӣ, чормағзи америкоӣ, булут, шоҳбулут, хордарахти саҳрой таъсири нурҳои офтоб то 0,83-0,86% нисбат ба таъсири нурҳои офтоб дар ҳаво кушод кам мешавад [4].

Таҳқиқотҳо нишон медиҳанд, ки дар шароити Тоҷикистон дарахтон қобилияти дар тобистон то 58 % ва дар зимистон то 39 % ба худ гирифтани чангу хоки кӯчаро доранд. Аз рӯи миқдори ба худ гирифтани чангу хок дархтони паҳнбарг ва сӯзанбарг ба чунин тартиб ҷой мегиранд: бук (рош) - 5,9%, булут - 7,15%, хокистардарахт - 9,9%, сафедор, чинор, ақоқиё - 17,58%, санавбар 2,34%, сарв - 5,45%.

Дар интиҳоби дарахт қобилияти оксиген бароварда, газии турш нафас гирифтани бояд ба ҳисоб гирифта шавад. Аз рӯи мушоҳидаи мутахассисон барои баробарии таъсир дар бойгардонии оксигени ҳаво дар шароити шаҳр бояд чунин миқдори дарахтони гуногун мавҷуд бошад: сафедори берлинӣ 10 тана, булут – 17 тана, линдени паҳнбарг (липа) -27 тана, санавбари одӣ- 42 тана, ларчи аврупоӣ (лиственница европейская) - 48 тана, арчаи одӣ - 69 тана [5].

Инчунин интиҳоби дарахтон аз рӯи қобилияти ҷудо намудани пайвастаҳои органикии пошхӯранда (фитонсидҳо), зоҳир намудани фаъолияти зиддибактериявӣ, инчунин кам намудани миқдори бактерияҳо дар ҳаво низ муҳим аст. Ба ин арчабуттаи ғарбӣ (туя), софораи чопонӣ, булут, арчаи одӣ, зарбед, чормағз дохил мешаванд. Масалан, дарахти калонсоли (10 -15 сола) арчаи вирчинӣ дар як шабонарӯз 60 грамм фитонсид хориҷ менамояд. Ин як кӯчаи шаҳрро .ки арча шинонда шудааст , аз паҳншавии бактерияҳо нигоҳ медорад [6].

Қобилияти ионизатсиякунонии растаниҳо- бой гардонидани ҳаво бо ионҳои мусбату манфӣ ба ҷисми мондашуда таъсири мусбат мерасонад, фишорбаландӣ ва беҳобӣ, нафастангири табобат мекунад. Ин ҳолат дар майдонҳои, ки дарахтони сӯзанбарг ва баргдор шинонда шудаанд, инчунин гулзорҳо мушоҳида мешавад. Инчунин навъҳои булут, арчаи одӣ, зарбед, афро (клен)- сурх ва нуқрагун, ларч, санавбар, ёсуман ва туяи ғарбӣ шумораи ионҳои сабукро афзун намуда ва ифлосшавии барқии ҳаворо кам мекунад.

Ҳангоми интиҳоби дарахтон ба қобилияти траспиратсионӣ (бухор намудани об)-и онҳо диққат додан зарур аст. Чунин намуди дарахтон ба мисли чанор ва қарағоч ҳангоми обёрии зиёд

имконият доранд то 16 кг обро дар як соат бухор намоянд.

Муддати тӯлони давраи сабзиш (вегетатсия) дар минтақа ба рушди ниҳоят тези намудҳои гуногуни растаниҳо сабаб мешавад. Масалан, булуте ки дар Тоҷикистон парвариш карда мешавад, ҳангоми обёрӣ тамоман дигаргун шуд. Дар ин минтақа вай ба ба навъи дарахтони зуд калоншаванда дохил гардида, аз рӯи суръати ба воя расидан фақат аз сафедор, ки он қадар умри дароз надорад, қафо менамояд ҳалос. Нисбати ҳамнавьони худ, ки дар хатти миёнаи Россия мерӯянд, қариб 10 маротиба тезтар ба воя мерасад [7].

Масалан дар шаҳри Душанбе дарахтони булуте 20 -25 сола то 20 -25 метр баландӣ доранд. Дар кӯчаи академик Раҷабовҳо бошад, булутҳои 8 – сола то 15 метр қад кашидаанд.

Ғайр аз ин, минтақаи ҷумҳуриҳои Осиёи Миёна дорои шароитҳои гуногуни шамолдорӣ мебошанд: Дар аксари минтақаҳо шамол суст ва ҳатто камшамолӣ ҳукмрон аст. Дар баробари ин минтақаҳо низ ҳастанд, ки шамолҳои пурчангу хок ва замистана мушоҳида мешавад. Вобаста ба ин дар ноҳияҳои, ки шамолҳои суст менамояд, бояд манзилҳои истиқоматӣ ва ҳавлиҳои манзилҳои истиқоматӣ шамол дода шаванд; дар ноҳияҳои шамоли саҳт дошта бояд чораҳои муҳофизат аз шамол дида баромада шаванд.

Хусусияти хоси шароитҳои иқлимӣ инчунин ташкили алоқаҳои пиёдагардии манзилҳои истиқоматиҳо бо муассисаҳои ҷамъиятӣ зарур мегардонад ва талаб менамояд, ки масофаи роҳҳои пиёдагард ҳадалимкон кӯтоҳ карда шаванд.

Таҳқиқотҳои гузаронидаи н.и.т.ҳои меъморӣ А.Э. Эсанов оид ба шароитҳои табиӣ –иқлимӣ ҷумҳуриҳои Осиёи Миёна [8] дар МИТД шаҳрсозӣ зарурияти муккамалгардонии баҳисобгирии таъсири маҷмуии шароитҳои манзаравӣ-иқлимӣ ҳангоми лоиҳакашӣ дар шаҳрсозӣ нишон доданд.

Дар натиҷаи таҳқиқот аз тарафи муҳақиқ пешниҳод гардид, ки ҳудуди Осиёи Миёна бо мақсади шаҳрсозӣ ба чор минтақаи иқлимӣ ва ҳар кадоми онҳо дар навбати худ ба чор зерминтақаҳои дорои шароитҳои гуногун манзаравӣ ва иқлимӣ тақсим карда шаванд: воҳаҳои ҷанубӣ, воҳаҳои шимолӣ, қумзорҳо ва минтақаи кӯҳистон. Инчунин аз тарафи олим принципҳои асосии лоиҳакашии мавзёҳои истиқоматӣ дар шароитҳои гуногуни манзаравӣ – иқлимӣ таҳия карда шудааст.

Аз нуқтаи назари муҳандисӣ – сохтмонӣ барои минтақаи Тоҷикистон хавфи баландӣ заминчунбӣ ва фуру рафтани хок (замин) хос аст. Дар минтақаи заминчунбӣ зиёд бештар аз 80 фоизи аҳолии шаҳр истиқомат дорад. Дар қисмате, ки хавфи аз заминчунбӣ зарар дидан

мавҷуд аст, бештар аз 70 фоизи аҳоли истиқомат доранд [11].

Баланд будани хавфи заминчунбӣ ҳалли конструктиви сохтани биноҳоро талаб мекунад. Ғайр аз ин талаботҳои шаҳрсозӣ низ мавҷуд аст, ки барои аз ҳад зиёд баланд бардоштани биноҳои баландошён, аз рӯи талаботҳои рӯҳӣ ва бо назардошти баланд гардидани арзиши манзилҳои бисёрошён, паст гардидани зичии аҳоли нисбати меъёрҳои муқарраргардида монеъ мешавад [12].

Аз талаботҳои шаҳрсозӣ дар шароити имрӯза аз ҳама муҳимаш маҳдудияти захираҳои ҳудудӣ барои рушди минбаъдаи шаҳрҳои Тоҷикистон ба шумор меравад.

Дар байни солҳои 1990-2020 шумораи сокинони шаҳрҳо ва шаҳракҳо дар Тоҷикистон ва шумораи умумии шаҳрҳо ду маротиба афзудааст. Барои рушди минбаъда ҳудудҳои бузург лозиманд. Васеъшавии ҳудудҳои асосан аз ҳисоби заминҳои кишоварзӣ ба вуқӯъ менамояд. Ин бошад боиси нисбат ба сари ҳар аҳоли кам шудани заминҳои кишт ва кишоварзӣ мегардад. Масалан соли 1970 ба сари ҳар шаҳрванди ҷумҳури 0,17 га замини кишт рост меомад, соли 2010 ин рақам ба 0,12 га расидааст. Ин рақамҳо талаб мекунад, ки муносибат ба боигари асосӣ- замин дигар карда шаванд [12].

Ба ин муносибат 25 июли соли 200 №335 Укази Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи ҳифз ва истифодаи самараноки заминҳои обёришаванда” ба имзо расид, ки мувофиқи он аз ҳисоби заминҳои кишт ва минтақаҳои обёришаванда чунда намудани наздиҳавлигӣ, замин барои сохтани манзили истиқоматӣ ва иншоотҳои ғайриистеҳсолӣ манъ аст [10].

Сессияи ҷабдаҳуми Маҷлиси вакилони халқи шаҳри Душанбе даъвати панҷум 18 декабри соли 2020 баргузор гардид. Яке аз масъалаҳои асосии сессия ин дигаргун кардани ҳудуди сарҳади шаҳри Душанбе ба шумор мерафт.

Чӣ тавре ки ба муҳбири ОАМ “Ховар” ҷонишини сардори Саридораи меъморӣ ва шпҳрсозии шаҳри Душанбе Шодимурод Аловуддинов хабар дод, дар сессия масъалаи аз ҳисоби ҳудудҳои ноҳияи Рӯдакӣ дар асоси Нақшаи генерали шаҳри Душанбе васеъ намудани қисмати ҷанубу ғарбии ҳудуди шаҳри Душанбе дида баромада шуд. Аз рӯи ин маълумот 7659 гектар замин аз ҳисоби заминҳои ноҳияи Рӯдакӣ, аз ҷумла ҷамоатҳои деҳоти Чорякқорон, Сарикиштӣ, Гулистон, Чортеппа, Чимтеппа, Россия ба ҳудуди шаҳри Душанбе гузаронида шуданд.

Инчунин дар ин маълумот дарҷ гардид, ки дар 7659 гектар заминҳои ба ҳудуди шаҳри Душанбе гузаронида шуда шаҳракҳо (бо фаро гирифтани тамоми сохторҳо, аз ҷумла муассисаҳои таълимӣ, боғчаҳои бачагона, майдончаҳои тандурустӣ, марказҳои маишӣ, савдо ва

хизматрасонӣ, истгоҳ ва тавқуфгоҳ, бемористону дармонгоҳҳо, хатҳои обгузар), минтақаҳои истеҳсоли (корхонаю муассисаҳои истеҳсоли) иншоотҳои фароғатӣ (иншоотҳои мутааллиқ ба сайёҳӣ), иншоотҳои муҳофизатӣ, аз ҷумла боғҳо, ҷангал ва гулгаштҳо, иншоотҳои иҷтимоӣ (иншоотҳои ба мақомоти ҳифзи ҳуқуқ тааллуқ дошта), иншоотҳои обтаъминкунӣ, иншоотҳои обёрикунӣ ва м. ин сохта хоҳанд шуд.

### Масъалагузорӣ

Бо назардошти аҳамияти баррасии мушкилот, дар мақола омилҳои махсуси хусусияти нодир муайян карда шудааст, ки хусусияти беҳтар намудани минтақаҳои рушди шаҳрҳои Тоҷикистонро муайян мекунад ва ба миён меорад.

### Натиҷаҳо

Бештари заминҳои ба ҳудуди шаҳр дохилгардида ба ноҳияи Синои шаҳри Душанбе мансубанд ва аз ин рӯ зарурати ташкили боз як ноҳияи дигар дар пойтахт ба миён меояд.

Мақомоти иҷроияи ҳокимияти давлатӣ дар шаҳри Душанбе нақша ба тавсиб расондааст, ки дар оянда биноҳои кӯҳна, дар навбати аввал, биноҳои пастошӯна ва дар ҳолати садамавӣ қарор дошта бардошта мешаванд. Нақша пай дар пай то соли 2025 амалӣ карда мешавад.

Ҳоло сохтмони инфраструктураи шаҳр, маҷмуи шаҳрсозӣ, иншоотҳои варзишӣ, намоишгоҳҳо, боғотҳои фарҳангию истироҳатӣ дар асоси нақшаи генералӣ идома дорад.

Имконият барои васеъ намудани ҳудуди шаҳрҳо дар Тоҷикистон хеле маҳдуд аст. Истифодаи самараноки ҳудудҳо дар доираи маҳдуд масъалаи муносибати оқилонаро ба лоиҳақашӣ аз ҷиҳати фароҳам овардани шароити бофароғати зист мегузорад.

Бо назардошти маҳдудиятҳои балоиҳагирӣ, мавҷудияти дар ҷануби шаҳр иншоотҳои тозаю софкунӣ, дар шарқ аэропорт, дар шимоли шарқӣ

иншоотҳои обтозакуни ва дигар омилҳои захираҳои ҳудуди мавҷударо ҳудуде ҳисобидан мумкин аст, ки шаҳро иҳота кардаанд, Атрофи шаҳр бо роҳи автомобилӣ маҳдуд шудааст. Дар натиҷаи ҳолати ба амал омада ин ҳудудҳо ба сохтмони деҳот, иншоотҳои муҳандисӣ ва саноатӣ, боғҳо ангурзорҳо ва растаниҳои техникӣ банданд.

### Муҳокима

Замини кишт соҳаи асосии кишоварзии ҷумҳурӣ баҳисоб меравад, аммо ин заминҳо на дар ҳама ҳоҷагиҳои шаҳр ва ноҳияҳо пурра мавриди истифода қарор доранд ва ин масъала дар шароити имрӯза хеле масъалаи доғи ҷамъият аст.

Омили камчинии ҳудудҳо барои ободони минбаъда ҳудудҳои манзили зист дар шароити босуръат баланд шудани нуфуси аҳоли яке аз масъалаҳои муҳими шаҳрсозии ҷумҳурӣ шуда истодааст ва тақозо мекунад, ки ҳудудҳои шаҳрӣ, аз ҷумла микрорайонҳо ва минтақаҳои зист хеле сарфакорона истифода бурда шаванд.

### Ҳулоса:

Тавсифи мухтасари омилҳои асосие, ки ба ташаққули ободони минтақаҳои зист таъсир мерасонанд, шаҳодат медиҳанд:

-мавҷудияти хусусиятҳои хоси шароитҳои табиӣ- иқлимӣ барои офаридани муҳити зист;

- номувофиқи ҳолатҳои шаҳрсозӣ, шароитҳои табиӣ-иқлимӣ, демографӣ, ки сарфаи максималии ҳудудҳои шаҳриро талаб мекунад, аз як тараф, аз тарафи дигар зиёд намудани ҳудудҳо барои маишат ва истироҳати аҳоли, барои сабзкорӣ, обшоркунӣ, обёрии сунъӣ ва то дараҷае паст намудани қабатҳои манзилҳои зист.

Баҳисобгирии маҷмуи талаботҳои шартҳои шаҳрсозӣ ва табиӣ- иқлимӣ ва қабули қарорҳои мувофиқи мақсад хусусияти хоси ташаққули воҳидҳои сохтории минтақаҳои зист дар шароити Тоҷикистон ба ҳисоб меравад.

### Адабиётҳо:

1. Шепелев, Н.П., Шумилов, М.С. Реконструкция городской застройки. – М.: Высшая школа, 2000. - 271 с.
2. Римша, А.Н. Город и жаркий климат. М.: Стройиздат, 1975. – 280 с.; Мукимов Р.С. Историко-архитектурные сведения о кондиционировании воздуха в жилищах на территории Таджикистана //Вестник Таджикского национального университета. – №3/2. – Душанбе: изд. «Сино», 2017. – С. 11-15.
3. Кринский, В.Ф., Ламцов, И.В., Туркус, М.А. Элементы архитектурно-пространственной композиции. – М.: Стройиздат, 1968. – 168 с.
4. Ланге, О.К. Подземные воды СССР: Учеб. пособие для ун-тов, геол.-развед. и горных вузов / Под ред. Д. И. Гордеева. - Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1963. - 2 т.
5. Микулина, Е.М. Ландшафтная архитектура: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1979. – 240 с.; Мукимов Р.С. Средневековые традиции устройство садов и парков на территории Таджикистана // Вестник Таджикского национального университета. – №3/3. – Душанбе: изд. «Сино», 2017. – С. 22-25.
6. Масов, Р. История топорного разделения. - Душанбе: Ирфон, 1991. - С. 6-19; Мукимов Р.С., Мамаджанова С.М. Архитектурно-строительные традиции Центральной Азии в древности, античности и средневековье // Муаррих. - № 3 (23). – 2020. – С. 142-155.
7. Зосимов Г.И. Пространственная организация города. - М., Стройиздат, 1976. - 116 с.
8. Эшонкулов, У. История земледельческой культуры горного Согда (с древнейших времен до начала XX века). – Душанбе: Изд. «Деваштич», 2007. - 848 с.



9. Мамаджанова, С.М., Мукимов, Р.С. Архитектура и градостроительство Душанбе: история, теория и практика. – Душанбе, 2008. – 400 с.
10. Мукимова, С.Р., Мухиддинова, Р.К. Природно-климатические условия, определяющие архитектурно-ландшафтную организацию городов Таджикистана. Политехнический вестник (серия: инженерные исследования). 2019, №4 (48). – Душанбе: Изд. «ТТУ», – С. 147-153.
11. Акбаров, А.А. Перспективы совершенствования архитектурно- планировочной организации поселений на горном ландшафте Таджикистана // Наука и техника: международный научно- технический журнал. – Минск: БНТУ, 2013. – № 3. – С. 27–32.
12. Эсенова А.Э. Ландшафтно-климатические основы градостроительства Средней Азии. / Госгражданстрой при Госстрое СССР. ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре. – М., 1971.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Мамачонова Салия	Мамаджанова Салия	Mamadzhanova Saliya
доктори меъморӣ, профессори кафедраи «Меъморӣ ва шаҳрсозӣ»	доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и градостроительство»	Doctor of Architecture, Professor of the Department of «Architecture and urban planning»
ДТТ ба номи акадмик М.С.Осимӣ.	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.C.Osimi
saliya@mail.ru		
ORCID Id 0000-0002-8455-4742		

## АНЪАНАИ ТАШАККУЛ ВА РУШДИ ОБОДОНИИ ҲУДУДИ БОҒҶО

С.Р. Муқимова

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ*

Хусусиятҳои хоси шароитҳои иқлими ҷумҳурии бехтар намудани ободонии боғотро дар минтақаҳои, ки камшамоланд, муҳофизати онҳоро дар минтақаҳои, ки шамоли зиёд доранд, ташкили алоқаи мувофиқи пидеагардон бо муассисаҳои ҷамъиятӣ, ҳадалимкон кутубхонаҳои намудани масофаи дастрасӣ то иншоотҳои истифодаи даврӣ ва ҳаррӯзаро зарур мегардонад.

Дарки муосири эҳёи ҳудуд - ин самаранок истифода бурдани заминҳои шаҳр, ки ҳамчун дараҷаи мутобикати истифодаи замин ба нафъи шаҳр фаҳмида шуда, ҷун низоми мураккаби иҷтимоии нишондиҳандаи “тандурустӣ”-и ҳудуд қабул мешавад: маҳбулии муҳити шаҳр – бофароғатӣ, тозагӣ ва амал; рушди фазои ҷамъиятӣ; фаъолгардонии ҳаёти маданӣ; бехтар намудани симони берунии ҳар гуна шаҳр, аз ҷумла шаҳри Душанбе; рушди шаклҳои мақбули савдо; нигоҳдории иншоотҳои ёдгориҳои таърихӣ ва маданияти пойтахт.

Ободонии ҳудудҳои ҳавлӣ бояд бо назардошти талаботҳои тамоми гурӯҳҳои аҳоли, аз ҷумла нафарони қобилияти ҷисмонияшон маҳдуд амалӣ карда шавад. Ин қисми бисёри аҳолиро ташкил мекунад ва ба ин гурӯҳ мӯйсафедон, калонсолон ба аробачаҳои кӯдакон, инчунин нафарони касалӣ, касалмандони мумзин ва маъюбони тамоми синну сол, аз ҷумла қару гунг, кӯрҳо, нафарони қобилияти бинишашон кам, нафарони бо асобағал ва асо роҳ мерафта, нафарони узви сунъӣ дошта ва нафарони дар аробачаҳо ҳаракаткунада дохил мешаванд. Барои онҳо истифодаи муҳити барои аксарият мувофиқ аз имкон берун аст.

**Калимаҳои калидӣ:** табию иқлим, рельеф, мейморӣ, мейморӣ ва манзара, Кодекси Шаҳрсозӣ, ободонӣ, кабутизорӣ, растанӣ, боғ, сабзорӣ, ҳавлӣ.

## ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПАРКОВОЙ ТЕРРИТОРИИ

С.Р. Муқимова

Специфические особенности климатических условий республики требуют улучшения благоустройства садов в районах, недоступных для населения, их защиты в районах с большим ветром, создания подходящей связи пешеходов с общественными учреждениями, максимального уменьшения доступности до объектов периодического и повседневного использования.

На сегодняшний день состояние большинства парков не соответствует актуальным требованиям комфортности к местам отдыха граждан, обусловленным нормами Градостроительного и Жилищного кодексов Республики Таджикистан. Качественные изменения территорий невозможно осуществлять без комплексного метода. Такой подход позволяет наиболее масштабно и в то же время детально охватить весь объем проблем, решение которых может обеспечить комфортные условия проживания всех групп населения.

Благоустройство дворовых территорий необходимо осуществлять с учетом требований всех категорий населения включая физически ослабленных лиц. Они составляют значительную часть населения, к ним относятся старики, взрослые с детскими колясками, а также травмированные, хронически больные и инвалиды всех возрастов, в том числе глухие, слепые, слабовидящие, передвигающиеся с помощью костылей, тростей, протезов, на креслах-колясках. Им трудно, а иногда и невозможно пользоваться средой, удобной для большинства населения. Дворовые и парковые территории должны быть соответствующим образом оборудованы с учетом требований физически ослабленных лиц.

**Ключевые слова:** естественный климат, рельеф, архитектура, градостроительство, благоустройство, комфортные условия, дворовая территория, растения, сад, озеленение, дом.

## TRENDS IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF LANDSCAPING OF THE PARK TERRITORY

S.R. Mukimova

The specific features of the climatic conditions of the republic require improving the landscaping of gardens in areas inaccessible to the population, protecting them in areas with high winds, creating a suitable connection between pedestrians and public institutions, maximizing accessibility to objects of periodic and everyday use.

To date, the condition of most parks does not meet the current requirements of comfort for recreation places of citizens, due to the norms of the Urban Planning and Housing Codes of the Republic of Tajikistan. Qualitative changes of territories cannot be carried out without a comprehensive method. This approach allows us to cover the entire scope of problems on the largest scale and at the same time in detail, the solution of which can provide comfortable living conditions for all groups of the population.

Landscaping of yard territories should be carried out taking into account the requirements of all categories of the population including physically weakened persons. They make up a significant part of the population, they include the elderly, adults with baby strollers, as well as the injured, chronically ill and disabled of all ages, including the deaf, blind, visually impaired, moving with the help of crutches, canes, prostheses, in wheelchairs. It is difficult, and sometimes impossible, for them to use an environment that is convenient for the majority of the population. Yard and park areas should be appropriately equipped taking into account the requirements of physically weakened persons.

**Keywords:** natural climate, relief, architecture, architecture and cuff, Urban planning, arrangement, wardrobe, plants, garden, landscaping, house. natural climate, relief, architecture, architecture and cuff, Urban planning, arrangement, wardrobe, plants, garden, landscaping, house.

### Муқаддима

Вазифаи муҳим дар рушди шаҳрҳои муосир ташкил ва таъмин намудани муҳити бофароғат ва мусоидаткунанда барои зиндагонии аҳоли, аз ҷумла ободонӣ ва ба таври зарурӣ нигоҳубини фазои зист ба шумор меравад. Роҳ ва усулҳои ташаккули ҳудудҳои боғотро имрӯз ороиши

муҳити шаҳр ҳамчун соҳаи алоҳида, ки дар шароити имрӯза фаёлона рушд намуда истодааст, меомӯзад ва амалӣ мекунад. Аммо, ба андешаи мо, ин амалро фақат вазифаи самти маҳдуд доништан, ҳаттои маҳз аст, зеро умуман ҳавлӣ аз рӯи табиаташ дар худ як қатор вазифаҳои иҷтимоӣ, амалӣ, муҳитӣ, фарҳангию

экологӣ, инчунин самтҳои эҳсосотҳои фардии фаъолияти зиндагии одамон ва ҳаёти шаҳро ба таври умум муттаҳид менамояд.

Дарки муҳимияти масъалаи ободонии ҳудудҳои боғот дар ташаккули муҳити бофароғати шаҳри ноғузир ба ҳулосае меорад, ки бояд ба ободонии фазои ҷамъиятӣ ба таври маҷмуи муносибат кард.

### Шарҳи адабиёт

Ба масъалаҳои ташкили ва тарақи додани боғҳои фарҳангии фароғатӣ олимони бисёре собиқ Иттиҳоди Шуравӣ, хориҷи дуру наздик аз он ҷумла аз Тоҷикистон машғул шудаанд. Ба монанди Кузмичева И.Э., Голованова А.И., Сухорева Ю.И., Вергунова А.П. аз Руссия, Б.Саини аз хориҷи дур, Акбаров А.А. ва Исмоилов М.И. аз Тоҷикистон.

Бояд қайд кард, ки новобаста ба ҳиссагузори шаҳсонӣ зикргардида масъалаҳои ҳалношуда дар ин раванд бисёранд. Исмоилов М.И. бошад бисёртар ба масъалаи ободонии шаҳрҳои калони Тоҷикистон диққат медиҳад.

Ташкилии боғҳои фарҳангу фароғатӣ дар адабиёт бо як чанд мақолаҳо дарҷ шудааст ҳалос.

### Маводҳо ва методҳо

Дар шароити имрӯза ҳолати аксарияти боғот ба талаботҳои рӯзмарраи бофароғатӣ дар ҷойҳои истироҳати шаҳрвандон, ки дар меъёрҳои Кодексҳои Шаҳрсозӣ ва Шаҳрвандии Ҷумҳурии Тоҷикистон муқаррар карда шудаанд, мувофиқат намекунанд. Тағйиротҳои сифатии ҳудудҳои бе муносибати маҷмуи амалӣ кардан имкон надорад. Чунин муносибат имконият медиҳад, ки ҳаҷман бештар ва дар як вақт бо тамоми ҷузъиёт ҳалли масъалаҳои, ки метавонанд шартҳои зисти бороҳати ҳамаи табақаҳои аҳолиро таъмин намоянд, дар бар гирифта шаванд.

Мафҳуми “ободонӣ” дар ин ҳолат умумияти чорабиниҳоро оид ба ободонии муҳандисӣ, ободонии иҷтимоӣ – хизматрасонӣ, ободонии берунӣ (сабзорӣ, ташкили ҳаракати нақлиёт ва пиёдагардҳо, таъмин намудани ҳудуд бо шаклҳои хурди меъморӣ ва ҷузъиёти ободонӣ) дар назар дорад [1].

То давраи ҳозира ободонии ҳудудҳои ҳавлиҳои мустақилна аз рӯи навъҳои қор, бе ташкили низоми ҷузъиёти ободонӣ амалӣ карда мешуд. Як қатор намудҳои қор оид ба ободонӣ амалан гузаронида намешуданд: масалан, нигоҳдории минтақаҳои сабзорӣ дар ҳудудҳои зист, сохтмони майдончаҳои нави барои истироҳати кӯдакон аз рӯи синну сол, таъмин намудани ҳудуд бо шаклҳои хурди меъморӣ, истигоҳҳо барои нигоҳдории муваққатии автомобилҳо. Ҳангоми иҷрои қорҳо оид ба ободонӣ бояд фикри сокинон ва хусусияти мавҷудаи ҳавлӣ барои муайн намудани минтақаҳо ва иҷрои дигар чорабиниҳо, ба эътибор гирифта шаванд. Муносибати маҷмуӣ имконият медиҳад тамоми ҳаҷми масъалаҳои, ки

метавонанд шартҳои бофароғати зиндагиро дар муҳити шаҳр таъмин намоянд, пурра ва бо ҷузъиётҳо фаро гирифта шаванд. Ба ин метавон кӯчаҳои тозаю озода, минтақаҳо, ҳавлиҳо ва хонаҳои ободкардашуда, сабзорҳои, ба қадри зарурӣ бо рӯшноӣ таъмин намудани ҳавлиҳо дар давраи торикиро дохил намуд [2].

Барои ҳудуди ҳавлиҳои маҷмуияти муҳити зист муҳим аст ва вай бояд бо: ҳудуди наздиҳавлигии ободгардонидашудаи ҳаҷми заруридошта ва барои ҳамаи равандҳои маишӣ мутобиқи дар назди хона ташкил карда шуда (бозии бачаҳо, истироҳати калонсолон, дар масофаи дарқорӣ ҷойгир будани ҷойи ахлотпартоӣ, нигоҳ доштани автомобилҳои шахсӣ); роҳи пиёдагарди ба меъёр мувофиқи дастрас аз манзили зист то муассисаҳои хизматрасонии наздиктарин; алоқаи қулайи нақлиётӣ ва ё пиёдагарди аз назди манзили зист ба ҷойи қор, марказҳои даврии хизматрасонӣ, иншоотҳои эҳшаваанда таъмин бошад [3].

Ободонии ҳудудҳои ҳавлӣ бояд бо назардошти талаботҳои тамоми гурӯҳҳои аҳоли, аз ҷумла нафарони қобилияти ҷисмонияшон маҳдуд амалӣ карда шаванд. Ин қисми бисёри аҳолиро ташкил мекунанд ва ба ин гурӯҳ мӯйсафедон, калонсолон ба аробачаҳои кӯдакон, инчунин нафарони касалӣ, касалмандони мумзин ва маъҷубони тамоми синну сол, аз ҷумла қару гунг, кӯрҳо, нафарони қобилияти бинишашон кам, нафарони бо асобағал ва асо роҳ мерафта, нафарони узви сунъӣ дошта ва нафарони дар аробачаҳо ҳаракаткунада дохил мешаванд. Барои онҳо истифодаи муҳити барои аксарият мувофиқ аз имкон берун аст. Умуман ҳудуди ҳавлӣ ва боғот бояд бо назардошти ана ҳамин нафарони қобилияти ҷисмонияшон маҳдуд таҷҳизонида шаванд [4].

### Масъалагузориҳо

Вобаста бо мундариҷа ва мазмуни адабиётҳо дар мақола масъалаи муайян намудани ташкилий ва тарақи додани боғҳои фарҳангу фароғатӣ Тоҷикистон гузошта мешавад.

Ҳамзамон бо инбат гирифтани шакли анъанаҳои ташкилии симои меъморӣ боғҳо дар Шарқи Миёна ва қисман дар Тоҷикистон.

### Натиҷаҳо

Ташаккули фазои ғайрихизматӣ, ҳамсоғӣ ва ҷамъиятӣ. Дар доираи ҳудудҳои зист фазои ғайрихизматӣ, ҳамсоғӣ ва ҷамъиятӣ ташкил карда мешавад.

Ҳудудҳои ғайрихизматӣ (фардӣ) дар сохтмони манзили бисёрхучрадор дар ҳучраҳои ошёнӣ яқуми биноҳои истиқоматӣ ба воситаи ташкили гулқориҳои пеши хона (палисадник), инчунин дар терраса ва болои бомҳои истифодашавандаи хонаҳои истиқоматӣ ташкил карда мешаванд.

Онҳо барои гӯшанишинию дамгирӣ дар наздикии манзили зист, ки барори одамони солхӯрда ва волидайн бо кӯдакон ҷолибанд,

таъин шудаанд. Дар бисёр ҳолат онҳо бо дарахтони буттагӣ маҳкам карда мешаванд, бо дарахтони ороишӣ, гулҳо оро дода мешаванд ва метавонад замини онҳо бо алафи сабз пӯшонда шавад. Вобаста ба дараҷаи нигоҳубини мунтазам, фазои сабзкоришудаи фардӣ, одатан, аз рӯи сифати баланди ороишӣ фарқ карда меистанд.

Фазои зисти ҳамсоягӣ барои одамони дар як ҳавлӣ зиндагикунанда сохта мешавад. Аслан, ин минтақаест, ки аз тарафи одамони дар як ҳавлӣ зиндагӣ кунанда истифода ва назорат карда мешавад. Вай барои муттаҳид шудани ҳамсояҳо ҳангоми дастрасии маҳдуд ба бегонагон мусоидат менамояд. Фазои ҳамсоягии зист аз рӯи истифода якхела нестанд: дар баробари истироҳати ором барои гурӯҳи калонсолон, дар вай ҷой додани майдонча барои бозии кӯдакон ва майдончаҳои хоҷагӣ низ зарур аст. Дар атрофи майдонҳои таъиноти гуногун бо мақсади паст намудани ғавго ва пинҳон намудан аз чашми бегона бояд дарахтон ҷафс шинонда шаванд.

Ҳангоми ташкили меъморӣ- манзаравии фазои зисти ҳамсоягӣ роҳҳои гуногуни сабзкорӣ: ороиш бо гулҳо, ба шакл даровардани релеф, таҷҳизонидани ҳудуд бо шаклҳои хурди меъморӣ, дастгоҳҳои пӯшонидан, таҷҳизотҳои гуногун истифода мешавад. Фазои ҳамсоягӣ аз тирезаи биноҳои ихоташуда бисёр хуб дида мешавад ва ҳангоми ташкили меъморӣ – манзаравӣ бояд хусусияти дарки айнии шаклҳои омодакардашуда аз нуқтаҳои гуногуни баландӣ ба ҳисоб гирифта шавад.

Барои фазои ҳамсоягӣ фардияти муҳити ташкилкардашаванда муҳим аст. Бо ин мақсад метавонад ташкили релефи дорои теппаҳои сунъӣ, моилиҳои бо сабза пӯшондашуда, истифода сабзҳои гуногун, аз ҷумла растаниҳои ороишӣ ва буттаҳои решадор, ҷойгир намудани шаклҳои хурди меъморӣ ва муҷассамаҳо истифода шавад.

Фазои ҷамъиятӣ барои муносибат ва дамгирии одамон новобаста ба мавзеи зисташон таъин шудааст. Одатан ин боғ ва ё дигар ҳудуди сабзкорикардашуда мебошад, ки дар наздикии манзили зист ҷойгир кунанда шудааст. Вай ба маҷмуи бозӣ кардани бачаҳо, майдончаҳои бозии наврасон, майдончаҳои варзишӣ барои барқарор намудани саломатии одамони синну соли гуногун, мавзеъ барои сайругашт, ҷойи дамгирӣ ва ҳатто майдончаҳо барои сайругашти ҳайвоноти хонагӣ (масалан сағ) таҷҳизонида шудааст [5].

Ҳифзи ҳудудҳои зист аз таъсири манфии нақлиёт. Ҷойгир кунандани автомобил бинобар сабаби афзудани шумораи он барои минтақаи манзилҳои зисти бисёррошӯна масъалаи ҷиддӣ ба шумор меравад.

Ҳисоби олимон нишон медиҳад, ки ҳангоми муқаррар намудани меъёри 1 машина – ҷой барои

як оила ва ҳангоми зичии аҳоли 400 одам /га автомобил ва истгоҳҳои он 40 фоизи ҳудудро ишғол менамоянд [5]. Барои ҷобачо намудани миқдори автомобилҳо дар доираи ҳудуди зист зарурати сохтмони истгоҳҳои зеризаминӣ, нимзеризаминӣ ва истгоҳҳои бисёррошӯна ба миён меояд.

Ҳангоми сохтани истгоҳҳои зеризаминӣ ва ё нимзеризаминӣ истифодаи самараноки усулҳои сабзкорӣ- сохтани бомҳои сабзкоришуда, пастхамиҳои сабз, истифодаи усули зинагии (каскадии) ҷойгиркунонии растаниҳо, шинондани қаторҳо, ки барои ба муҳити зист якҷоя шудани нақлиёт мусоидат мекунанд, хеле муҳим аст.

Ташкили ҳудуди ҳавли бенақлиёти сабзкоришуда. Чудо намудани ҳудудҳои нақлиётӣ ва пиёдагардӣ дар доираи манзили зист хеле муҳим аст. Хизматрасонии нақлиётиро дар ҳудуди манзили зист тарзе ташкил кардан зарур аст, ки фазои ҳавлӣ ҳадалимкон аз автомобил озод бошад. Ҳавлиҳои бенақлиёт бо майдончаҳои бозӣ, варзишӣ, хоҷагӣ, пайраҳаҳо барои сайругашт, сабзкорӣ то як дараҷа барои фароҳам овардани шароити бороҳати зиндагонии аҳоли ҷавобгӯ бошанд.

Ташкили шабакаи роҳҳои қулайи пиёдагардӣ ва велосипедронӣ. Ҳудудҳои зист бояд ҷунун ташкил карда шаванд, ки фазои пиёдагардӣ афзалият дошта бошад ва ҳаракати озоду бемонеаи одамонро таъмин намояд. Васеъгии пайраҳаҳои пиёдагардӣ аз рӯи ҳисоби 0,75 метр васеъгии ҳаракати пиёдагард қабул карда мешавад.

Пайраҳаҳои пиёдагард бояд бо назардошти имконияти ҳаракат намудани маъҷубон, ки аз аробачаҳо истифода менамоянд, одамони солхӯрда, дигар нафарони аз ҷиҳати ҷисмонӣ заиф, нафарон ба аробачаҳои кӯдакона, кӯдакон сохта шаванд ва ба ҳамаи хонаҳои истиқоматӣ, биноҳои ҷамъиятӣ ва майдончаҳои истироҳатӣ дастрасӣ дошта бошанд.

Сарфаи қувваи барқ ва истифодаи сарчашмаҳои алтернативӣ ва ғайрианъанавӣ. Дар шаҳрсозии муосир сарфаи қувваи барқ ва истифодаи сарчашмаҳои алтернативӣ ва ғайрианъанавӣ хеле васеъ истифода бурда мешавад.

Барои сарфаи қувваи барқ истифодаи шабакаҳои муҳандисии номарказонидашуда бо иншооти асосии дорои неруи кам: минтақавӣ- барои гурӯҳи истеъмолкунандагон (квартал, ноҳия) ва ё мустақил- барои як истеъмолкунанда самарали хуб медиҳад. Ин шабакаҳо бояд технология ва таҷҳизоти муосирро, ки сарфаи қувваи барқро таъмин ва муҳити атрофро ҳифз менамоянд, истифода баранд.

Истифодаи сарчашмаҳои алтернативӣ ва ғайрианъанавии неруи барқ имконият медиҳад, ки истифодаи қувваи барқ нисбати сарчашмаҳои анъанавӣ: сӯзишвории органикӣ (ангишт, нефт,

газ) ва атомӣ хеле кам карда шавад. Ба сарчашмаҳои алтернативӣ ва ғайрианъанавии неруи барқ неруи рӯшноии офтоб, шамол, неруҳои оби барқии хурд, гармии камдараҷаи обҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ, ҳаво ва м. ин, инчунин захираҳои энергетикӣ истифодаи дуум (гармии обҳои маишӣ ва истеҳсоли, шабакаҳои шамолдиҳӣ ва м. ин) дохил мешаванд.

Мувофиқати оқилонаи неруҳои анъанавӣ ва алтернативӣ дар низоми барқтаъминкунӣ эътимоднокии он, яъне имконияти таъминоти бефосилаи истеъмолкунандаро бо захираи дорои сифати даркорӣ таъмин мекунад.

Истифодаи усулҳои самаранокӣ ободонии ҳудуди боғот. Бо мақсади баланд бардоштани сатҳи сабзгардонии ҳудудҳои зист дар ташкилотҳои хонасози шаҳрҳои усулҳои гуногуни сабзгардонии бом, террас, балкон, лодҷияҳои деворҳои хонаҳои истиқоматӣ истифода бурда мешавад. Дар баробари ин куттӣ ва нимкуттиҳои овезон, гулдонҳои барои рустаниҳои овезон ва панҷараҳои барои растаниҳои печон истифода бурда мешаванд.

Сабзкорӣ амудӣ дар як вақт вазифаҳои ороишӣ ва экологиро иҷро мекунад. Сабзкорӣ амудӣ барои зебо гардонидани деворҳои холии сохтмонҳои сабзкорӣ балконҳои, лодҷияҳои, даромади биноҳои ва ороиши девораҳои истифода бурда мешавад. Барои ороиши амудии сабзкорӣ лианаҳои барғҳои ороиши доштаи баландшаванда, ки метавонанд дар симои бино то 25-30 метр баланд шаванд, аз ҷумла ангури духтаронаи панҷбарга, ангури амурӣ, гортензияи думбарг, актинидияи шадид ва растаниҳои овезон ва монанди инҳо.

Аз ҳама самаранок бо истифода аз усули ягона бо таҷҳизоти дорои сифат баланд барои растаниҳои - ин ободонии маҷмӯӣ ва бо гулҳои оро додани хонаҳои истиқоматӣ ва ҳавлиҳои мебошад [6].

Истифодаи таҷҳизоти зиддиҳаробкорӣ. Таҷҳизот ва ҷузъиёти ободонии ҳудудҳои зист доимо дар истифодаанд. Бинобар ин ҳангоми сохтани онҳо истифодаи маводҳои пуркуват ва бадшт мувофиқи мақсад аст.

Хароҷотҳои таҷҳизот ва ҷузъиёти ободониро дар ҳавои қушод бояд бо назардошти ҳисоби давраи истифода баҳо дод. Хароҷоти бештаре имкон дорад барои пластикаи релеф ва коркарди он- пӯшонидани болои он, деворҳои такагоҳӣ, зинапояха ва пандусҳо (пойгоҳӣ, дарозмуддат, ҷузъҳои меъморӣ- манзаравӣ) . Он чизе, ки аз ҳама бештар аз ҷиҳати моддӣ ва маънан ва бояд иваз карда шавад - ин мебели шаҳрӣ ва таҷҳизоти бозӣ мебошад.

Дастрасии қулайи иншоотҳои хизматрасонии ҳаррӯза. Ҳангоми ташкили ҳудуди боғ дастрасии қулайи иншоотҳои хизматрасонии ҳаррӯза таъмин карда мешавад. Дар асоси меъёрҳои амалкунанда масофаи максималӣ аз хонаҳои

истиқоматӣ то муассиса ва ташкилотҳои хизматрасонии даврӣ (маркази минтақаи зист) ҳангоми таъмин будани нақлиёти ҷамъиятӣ набояд аз 800-1200 метр; масофа то иншоотҳои хизматрасонии ҳаррӯза (маркази маҳалла)- то 500 метр, то иншоотҳои хизматрасонии таъҷилий (талаботи аввалия) 250 -500 метр зиёд бошад.

Истгоҳи нақлиёти мусофиркашӣ бояд дар масофаи на беш аз 400 метр аз хонаҳои истиқоматӣ ҷойгир бошад. Дар биноҳои яқини (ҳавли) ин нишондиҳанда 30–50 % зиёд мешавад [7].

Истифодаи амалӣ ва ороиши релеф. Релеф дар доираи ҳудуди зист ҳамчун ҷузъи амалӣ ва ороиши ободонӣ истифода мешавад. Истифодаи баланду пастшави релеф имконият медиҳад, ки фазои таъиноти амалҳои гуногун дар доираи манзили зист, маҳдуд карда шавад.

Теплаҳо, пастихо, баландиҳо метавонанд вазифаи садоҳомӯшкуниро дар сохтмони хонаҳои аз ғалоғулаи шоҳроҳҳои шаҳрӣ, майдончаҳои варзишӣ ва бачагона иҷро кунанд. Релефи маҳал барои бозии бачаҳо, волсипедсаворӣ, скайтсаворӣ ва роликсаворӣ истифода бурда мешавад.

Релефи ба таври бадеӣ кор карда шуда ба ҳудуд ҳаҷмонӣ илова менамояд. Самараи хуб дар ин маврид релефи дорои баландиҳои кам будаи бо сабазапӯшондашуда медиҳад. Ифодаи бадеии фазои зистро истифодаи деворҳои такагоҳӣ аз сангҳои табиӣ бо растаниҳои оро додашуда баланд мебардорад.

Усулҳои бо пластика коркард кардани релефро шартан ба ду гурӯҳ тақсим намудан мумкин аст: тақлиди шаклҳои дар табиат вохӯранда ва офаридани шаклҳои махсусан таъкидшудаи ҳандасӣ, шаклҳои релефи “мавҳумӣ” [10, 8].

#### **Муҳокима**

Ҳамин тариқ, таҳлили ташаккул ва рушди ҷузъиёти ободонӣ ва шаклҳои хурди меъморӣ имконият медиҳанд, ки қимат ва нигоҳдории иншоотҳои боғот, шаклҳои хурди меъморӣ, ҷузъиёти таҷҳизот ва ободонии ҳудуди боғот (девораҳо, зинаҳо, пулҳо, муҷассасаҳо, шабакаи пайраҳаҳо ва монанди ин. ) муайян карда шаванд. Бояд ҷузъиёти ободонӣ ва шаклҳои хурди меъморӣ, ки дорои қимати фарҳангӣ- таърихиянду пурра нигоҳ дошта шудаанд, ё қисман нигоҳ дошта шудаанд, инчунин ҷойи ҷойгиршавии иншоотҳои гумшуда, давраи сохтани онҳо, мавод ва услуби сохани он ошкор карда шаванд.

Ҳамин тариқ, шартҳои шаҳрсозии Тоҷикистон талаб мекунад, ки, аз як тараф, ҳудудҳои шаҳрӣ хеле самаранок истифода бурда шаванд, аз тарафи дигар, ҳудудҳои барои маишат ва истироҳати аҳоли, барои ободонӣ ва обшоркунӣ, обёрии сунъӣ васеъ карда шаванд. Хусусиятҳои хоси шароитҳои иқлими ҷумҳурий бештар

намудани ободони боғотро дар минтақаҳое, ки камшамоланд, муҳофизати онҳоро дар минтақаҳое, ки шамолӣ зиёд доранд, ташкили алоқаи мувофиқи пиёдагардон бо муассисаҳои ҷамъиятӣ, ҳадалимкон кутоҳ намудани масофаи дастрасӣ то иншоотҳои истифодаи даврӣ ва ҳаррӯзаро зарур мегардонад.

**Ҳулоса:**

Баҳисобири маҷмуии талабатҳои ба ҳаммуқобили шароитҳои шаҳрсозӣ ва табиӣ – иқлимӣ ва қабули қарорҳои мувофиқи мақсад як намуд хусусияти ташаккули воҳидҳои сохтори минтақаҳои зисти шаҳрҳо дар шароити Тоҷикистон ба шумор меравад.

**Адабиётҳо:**

1. Кузьмичев, И.Э. Патриарх зеленой архитектуры // "Архитектура и строительство Узбекистана", 1976, № 5, - С. 32-33.
2. Саини, Б. Строительство и окружающая среда // Исследование проблем строительства в районах с сухим жарким климатом. /Перев. с англ. М.Т.Таут. Под редак. А.Н.Римша. – М.: Стройиздат, 1980. – 174 с.
3. Зосимов, Г.И. Пространственная организация города. F М.: Стройиздат, 1976. - 116 с.
4. Вергунов, А.П. Факторы оценки территориальных взаимосвязей городов с природным окружением // В кн.: Ландшафт и архитектурно-планировочная структура города. – Киев: Будевяник, 1974. – С. 65.
5. Исмаилов, М.И., Мукимов, Р.С. Традиции и современность в рациональном использовании воды в Таджикистане // «Наука и культура стран Центральной Азии: традиции и современные проблемы». Международный сб. научных трудов. - Выпуск восемнадцатый. – Душанбе: Изд. ОО «ICOMOS в Таджикистане», 2018. – С.46-50; Мукимов Р.С. Средневековые традиции устройство садов и парков на территории Таджикистана // Вестник Таджикского национального университета. – №3/3. – Душанбе: изд. «Сино», 2017. – С. 22-25.
6. Назначение и классификация малых архитектурных форм. — [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://landscape.totalarch.com/node/208>
7. Краснощекова, Н.С., Николаевская, З.А., Чернавская, М.М. Зеленые массивы города и формирование комфортной среды // Строительство и архитектура Москвы. – М., 1973, № II. - С.14-17; Мукимов Р.С., Сайид Хумаюн Шах Сайид Акбаршах. Искусство мастеров декора в эпоху Сайидо Насафи (XVII-XVIII вв.) // Вестник ТНУ. – Душанбе, 2019 – С. 5-11, ил.
8. Голованов, А.И. Ландшафтоведение: учебник для студ. вузов / А.И. Голованов, Е.С. Кожанов, Ю.И. Сухарёв; под ред. А.И. Голованова. – М.: Колос-С, 2008. – 216 с.
9. Мукимов Р.С., Мамаджанова С.М. Устойчивое развитие города Душанбе // Политехнический вестник. № 1(49). – Душанбе, 2020 – С. 174-179.
10. Мукимова С.Р. Архитектурно-планировочные и социально-исторические особенности Душанбе. Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе: изд. «Сино», 2021, № 6. – С. 77-81.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Мукимова Сайера Рустамовна	Мукимова Сайера Рустамовна	Mukimova Sayora Rustamovna
доктори меъморӣ, и.в. профессори кафедраи «Меъморӣ ва шаҳрсозӣ»	доктор архитектуры, и.о. профессора кафедры «Архитектура и градостроительство»	Doctor of Architecture, Professor of the Department of «Architecture and urban planning»
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ.	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.C.Osimi
msayora72@mail.ru		
ORCID Id 0000-0001-9361-3575		

## КОНТРОЛЬ И АНАЛИЗ ПУТИ Понижения УРОВНЯ ВОДЫ САРЕЗСКОГО ОЗЕРА

М.Х. Амирзода

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ*

В статье приведена история возникновения Усойского завала и Сарезского озера в результате катастрофического землетрясения, произошедшего в феврале 1911 года. Усойский завал - это природное перекрытие долины реки Мургаб огромными пакетами, массами и блоками оползня-обвала, соскользнувшего с южного склона Музкольского хребта. Приведена также история проведения исследований по Сарезской проблематике. Сразу после случившейся катастрофы были начаты исследования по выяснению причины образования природного Усойского завала. Первые более подробные исследования Сарезского озера и Усойского завала начали почти через три года, в 1913 году. Этими исследованиями начали заниматься самые знаменитые учёные и они продолжаются до настоящего времени. В статье также рассматриваются вопросы изучения фильтрационной картины в теле природной плотины, исследование активизации правобережного оползня, контроль за повышением уровня воды в озере, пропускной расход через плотину на реке Мургаб, система оповещения прорыва Усойского завала и предложения по понижению уровня воды в озере.

**Ключевые слова:** Сарезское озеро, Усойский завал, землетрясения, контроль, фильтрация, правобережный оползень, понижение уровня, система оповещения, наблюдения, температура.

### НАЗОРАТ ВА ТАҲЛИЛИ РОҶҶОИ ПАСТ НАМУДАНИ САТҶИ ОБИ КҮЛИ САРЕЗ

М.Х. Амирзода

Дар мақола таърихи сарбанди Усой ва кӯли Сарез дар натиҷаи заминларзани мудҳише, ки моҳи феврари соли 1911 рух дода буд, тасвир шудааст. Сарбанди Усой аз қабатҳои табиии води бо бастаҳои бузург, массаҳо ва блокҳои ярҷ, ки аз нишеби чанубии қаторкӯҳи Музқол лағжидааст ва дарёи Мурғобро бастааст, иборат мебошад. Инчунин таърихи тадқиқот оид ба мушкилоғи Сарез низ оварда шудааст. Дарҳол пас аз фалокат омӯзиш барои муайян кардани сабаби пайдоиши сарбанди табиии Усой оғоз шуд. Аввалин таҳқиқоти муфассали кӯли Сарез ва сарбанди Усой тақрибан пас аз се сол, соли 1913 оғоз ёфт. Ин тадқиқот аз ҷониби олимони машҳур оғоз шуда, то имрӯз идома дорад. Дар мақола инчунин омӯзиши намунаи филтратсия дар бадани сарбанди табиӣ, омӯзиши фальшавии ярҷ дар соҳили рост, назорат аз болоравии сатҳи оби кӯл, чараёни дарёи Мурғоб баъд аз сарбанд, системаи огоҳкунанда барои раҳнашавии сарбанди Усой ва пешниҳоди паст кардани сатҳи оби кӯл, баррасӣ мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** Кӯли Сарез, сарбанди Усой, заминҷунбӣ, назорат, филтратсия, ярҷ дар соҳили рост, пастшавии сатҳ, системаи огоҳкунанда, мушоҳидаҳо, ҳарорат.

### CONTROL AND ANALYSIS OF WATER LEVEL REDUCTION IN SAREZ LAKE

M.Kh. Amirzoda

The article describes the history of the Usoy Dam and Sarez Lake as a result of the catastrophic earthquake that occurred in February 1911. The Usoy Dam is a natural overlap of the Murgab River valley by huge packets, masses and blocks of a landslide, that slipped from the southern slope of the Muzkol ridge.

The history of the research on the Sarez problem is also includes. Immediately after the catastrophe, a research was begun to determine the cause of the formation of the natural Usoy Dam. The first more detailed research of Sarez Lake and Usoy Dam began almost three years later, in 1913. This research was started by the most famous scientists and continues up to days.

The article also discusses the research of the filtration pattern in the body of a natural dam, the research of the activation of the right-bank landslide, control over the rise in the water level in the lake, the flow through the dam in the Murgab river, the warning system for the breakthrough of the Usoy Dam and a proposal for lowering the water level in the lake.

**Key words:** Sarez Lake, Usoy Dam, earthquakes, control, filtration, right-bank landslide, level decrease, warning system, observations, temperature.

#### Ведение

Сарезское озеро образовалось при 9-балльном катастрофическом землетрясении 18 февраля 1911 года на Памире в результате обрушения огромных масс горных пород объемом около 2.2 км<sup>3</sup> со склона горы Музколь и перекрытия долины реки Мургаб (левый приток р. Бартанг). Кишлак Усой полностью был погребен обрушившимися горными породами, а кишлак Сарез затоплен водами озера. Впоследствии завал был назван Усойским, а озеро Сарезским [1].

Усойский завал - это природное перекрытие долины реки Мургаб огромными пакетами, массами и блоками оползня-обвала, соскользнувшего с южного склона Музкольского хребта. Общая площадь поверхности завала, включая подводную часть - 12 км<sup>2</sup>. Высота завала 550-740 м. Объем оползневой тела 2.0-2.2 км<sup>3</sup>. Длина завала от верхнего до нижнего

бьефа 3750 м, ширина по верхнему бьефу - 3150 м. площадь не затопленной части завала составляет 9.2 км<sup>2</sup>. Максимальная абсолютная отметка завала - 3477 м, минимальная 2944.8 м. Абсолютная отметка уреза воды на верхнем бьефе -3262 м, истока каньона - 2831 м. Относительное превышение гребня завала над урезом воды озера -228.8 м (левое примыкание, абсолютная отметка 3496,1м) максимальное и минимальное - 50 м (правое примыкание, абсолютная отметка 3296 м) [1].

Длина озера составляет 55.8 км, ширина - 1.44 км, площадь - 76.64 км<sup>2</sup>, средняя глубина - 201.8 м (максимальная 500 м), объем воды около 17 км<sup>3</sup> [1].

Сразу после случившейся катастрофы были начаты исследования по выяснению причин образования природного Усойского завала. Первые более подробные исследования Сарезского озера и Усойского завала начинаются

почти через три года, в 1913 году. Первые исследователи Усойского завала сразу же разделились на два лагеря: сторонники его возможного разрушения с катастрофическими последствиями и сторонники устойчивости завала [1, 2].

Первым геологом, обследовавшим Усойский завал, был профессор Преображенский И.А. В 1915 г. он провёл детальные исследования Усойского завала, описал его размеры, причину и способ образования. Он поддержал мнение, высказанное Шпилько Г.А. об устойчивости плотины [1, 3].

В 1967-1968 годы Управлением геологии Таджикской ССР совместно с ВСЕГИНГЕО (А.И. Шеко, А.М. Лехатинов, Ш.Ш. Деникаев и др.) были проведены исследования, включающие крупномасштабную инженерно-геологическую съёмку Усойского завала, среднemasштабную геолого-структурную и инженерно-геологическую съёмку бортов озера, топографическую съёмку и стационарные наблюдения. В задачу исследования входило определение устойчивости Усойского перекрытия и берегов Сарезского озера. Эти исследователи также подтвердили устойчивость завала, но ими был обнаружен громадный оползень на правом берегу озера объёмом 2.5 км<sup>3</sup>, при смещении которого, по их мнению, может образоваться громадная волна, и произойдёт перелив через Усойский завал с последующем его разрушением и катастрофическим паводком по долине р. Бартанг. Для окончательной оценки устойчивости бортов озера и Усойского перекрытия было предложено продолжить инженерно-геологические исследования, стационарные геодезические наблюдения. Учитывая возможность внезапного обрушения огромных масс пород с правого борта и образования катастрофического паводка было рекомендовано организовать службу предупреждения и оповещения, а также разработать мероприятия по эвакуации населения из опасных зон [1, 4].

#### **Постановка задачи**

В 1970 году САО гидропроектном была составлена схема комплексного использования водных ресурсов Сарезского озера и реки Бартанг в целях предотвращения прорыва Усойского перекрытия. В ней предлагалось в качестве вариантов: наращивание перекрытия в самой его низкой части до высоты, исключающей перелив при возможном обрушении в озеро Правобережного массива; сработка озера по открытому каналу с целью орошения, спуск озера до безопасного уровня при помощи сифонов или Левобережного тоннеля. Идею построить водосбросный тоннель для снижения уровня озера была предложена Н.А. Карауловым ещё в 1933 г. [1].

В маловодном 1974 году межведомственная комиссия, организованная на основании Постановления ЦК КПССС и Совета Министров СССР и на основании Постановления коллегии Минводхоза СССР, обследовала Усойское перекрытие и берега озера с целью выявления возможности использования озера Сарез для дополнительного пропитывания р. Пяндж. Не установив такой возможности, комиссия также пришла к выводу, что для предотвращения наводнения в долинах рек Бартанг и Пяндж, в случае обрушения неустойчивых участков берега необходимо произвести постепенную сработку озера до безопасного уровня [1].

В результате геофизических исследований уточнено строение Усойского перекрытия и положение его ложа. Геофизическими методами, гидрогеологическими экспериментами с красителями и режимными наблюдениями установлено, что основной расход фильтрации происходит до глубины 50 м со скоростью от 1.5 до 4 м/с в зависимости от уровня озера [1].

В связи с изменением климата (повышения температуры) и таянием ледников уровень воды в Сарезском озере может подниматься и соответственно фильтрационная картина изменится. Увеличиться объём фильтрационного потока через плотину. Поэтому ведение мониторинга в реальном масштабе времени за основными параметрами сооружения, создание системы оповещения прорыва Сарезского озера и разработка мероприятий по понижению уровня воды в озере является актуальной задачей.

#### **Пути решения проблемы**

В 1997 году состоялась первая Международная конференция по проблемам Сарезского озера, на которой было принято решение обратиться к мировому сообществу за помощью в решении проблемы безопасности Сарезского озера. В июне 2000 года президенты Казахстана, Узбекистана, Киргизии и Таджикистана обратились к мировому сообществу и международным организациям с просьбой оказать помощь в решении этой проблемы. В связи с этим в 2000 году под управлением Всемирного банка начал выполняться международный проект «Сарезское озеро: проект по снижению риска» (LSRMP), основной задачей которого была разработка и установка современной системы мониторинга состояния Усойского завала, Правобережного оползнеопасного склона и системы раннего оповещения. Ответственным за проведение этого проекта со стороны Таджикистана являлось МЧС РТ (ныне МЧС РТ) [1].

В том же году в рамках этого проекта швейцарской фирмой STUCKY были начаты работы по изучению проблемы озера Сарез (в данной работе участвовали также таджикские геологи А.Р. Ишук, Н.Р. Ишук и др.). Ими был



изучен весь имеющийся материал по Сарезскому озеру, обработаны и дополнены результатами своих исследований [1, 5].

Ищук Н.Р., который вместе со специалистами фирмы STUCKY проводил исследования на Сарезском озере, высказал мнение, что никакой реальной угрозы смещения со склонов огромных масс горных пород, могущих вызвать катастрофу на озере Сарез, не существует, это миф [Ищук Н.Р., Ищук А.Р., 2002]. На этом склоне оползает только чехол рыхлых ледниковых отложений, т.е. речь может идти всего лишь о медленном массовом смещении на склоне чехла рыхлого обломочного материала мощностью около 60 м, но не более. В отношении Усойского завала отмечено, что с учётом его механизма образования и строения, даже в случае перелива воды озера через него, будет происходить размыв рыхлых мелкообломочных отложений до определенной глубины и далее вода просто будет фильтроваться через крупные блоки коренных пород, которые она не в состоянии ни сдвинуть, ни размыть [1, 6].

В 2004 году швейцарской фирмой STUCKY установлена на Правобережном склоне и на Усойском завале современная система мониторинга, а в долине р. Бартанг систему раннего оповещения. Дальнейшая эксплуатация этих систем была возложена на КЧС РТ [1].

Прошло уже более 110 лет со дня землетрясения, при котором образовалось озеро Сарез, но до сих пор проблема озера Сарез не решена окончательно. Прошли годы и десятилетия. Прогноз профессора И.А. Преображенского и Г. А. Шпилько оказался правильным. До настоящего времени озеро существует в первозданном виде, накопив огромное количество чистой питьевой воды как неприкосновенный запас, подаренный природой нашему народу [1].

7 декабря 2015 года вблизи озера Сарез произошло сильное землетрясение с  $M=7.2$ . Очаг был расположен на глубине 30-40 км. В эпицентре землетрясения интенсивность сотрясений достигала 8 баллов, а на озере Сарез 7 баллов (согласно международной шкале балльности –MSK). По данным Геофизической службы АН РТ эпицентр землетрясения был расположен (координаты 38008/-72031,5/) в 10-12 км южнее левого берега Сарезского озера, в пределах Бартанг-Пшартского глубинного и Каракульско-Сарезского разломов [1].

Следует отметить, что после землетрясения 7 декабря 2015 года уровень воды Сарезского озера поднялся на 20-25 см и в течение 2-3 суток вернулся в первоначальное состояние. Возможно, это было связано с многочисленными

обрушениями и осыпаниями, произошедшими по бортам озера. Осмотр каньона не показал видимых изменений объема родников и уровня воды в реке Мургаб. Оно соответствовало параметрам зимнего периода. Это может свидетельствовать о том, что землетрясение не повлияло на режим фильтрации воды через завал. На поверхности Усойского завала видимых изменений не наблюдалось. На отдельных участках бортов каньона, преимущественно в крутых частях, произошли небольшие осыпания и сползания рыхлых отложений [1].

Естественно на сегодняшний день одним из приоритетных мероприятий по приведению озера Сарез в безопасное состояние является снижение уровня воды в озере путём строительства тоннеля. Озеро Сарез является громадным природным резервуаром чистой пресной воды, объёмом 17 км<sup>3</sup>. Кроме того, эта вода обладает большим гидроэнергетическим потенциалом. Для этих целей было предложено множество вариантов, в частности строительство канала, тоннеля и строительство каскада ГЭС в долине реки Бартанг. Эти работы требуют времени, значительных средств и участия зарубежных спонсоров [1].

#### **Методы и аппаратура контроля**

В целях своевременного оповещения населения, проживающего в зоне затопления, Комитетом по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан и финансовой поддержке Всемирного Банка, Правительством Конфедерации Швейцарии (СЕКО), США (ЮСАИД), Фонда Ага-Хана (Хабитат) и Правительством Японии на Усойском завале, установлена современная система мониторинга раннего оповещения. Её целью является защита населения, проживающего в населённых пунктах, расположенных вдоль рек Бартанг и Пяндж, до района Хамадони Хатлонской области, которые в случае возможного прорыва Сарезского озера могут попасть в зону затопления.

Для этого в населённых пунктах Рушанского района, городах Душанбе и Хорог установлены три вида системы связи - КВ, УКВ и спутниковая для оповещения населения. В административных центрах районов Вандж, Дарваз, Шамсиддин Шохин, Хамадони, а также в джамоатах указанных районов установлены по одному виду системы связи КВ (рис. 1).

В целях расширения системы раннего оповещения Комитетом планируется установка радиосвязи до Шахритузского района Хатлонской области.

*Расположение оборудования раннего оповещения в населённых пунктах от озера Сарез до район Хамадони Хатлонский области*

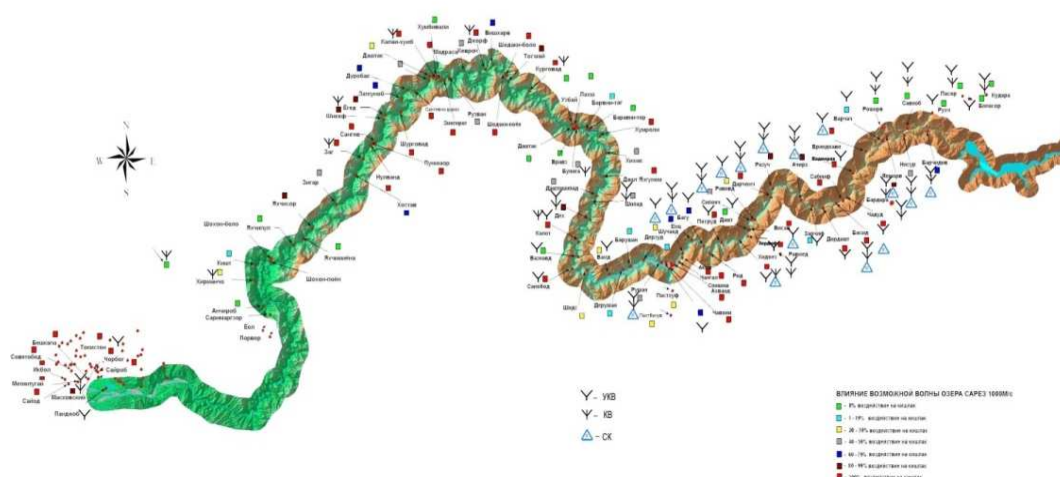


Рис. 1. Схема расположения оборудования раннего оповещения в населённых пунктах от озера Сарез до района Хамадони Хатлонский области (Источник: КЧС и ГО РТ).

Для постоянного гидрогеологического и сейсмологического наблюдения на Усойском завале и по периметру озера ведется мониторинг, который в режиме реального времени передает необходимые данные в центр сбора информации на Усойском завале.

Вся поступающая информация мониторинга обрабатывается в центре сбора информации СКАДА Сарез (Система общего контроля и сбора данных), а затем по спутниковой и радиосвязи передается в СКАДА Душанбе.

По сигналам датчиков в считанные секунды в случае чрезвычайных ситуаций население, попадающее в зону затопления, одновременно оповещается по трём видам системы связи.

В случае чрезвычайной ситуации в населённых пунктах Бартангский долины, которые близко расположены к Усойскому завалу и где невозможна эвакуация населения, определены островки безопасности, где предусмотрены склады запаса медикаменты, палатки, тёплая одежда и обувь, тёплые одеяла, печки, кухонные принадлежности и хозяйственный инвентарь по оказанию первой необходимой помощи.

Ежегодно совместно с международной организацией Ага Хана (Хабитат) в целях подготовки населения Бартангской долины к чрезвычайным ситуациям проводятся обучающие семинары и тренинги.

**Результаты исследования уровня Сарезского озера и расходы воды в реке Мургаб**

Анализ данных об уровне воды в Сарезском озере показывает, что по сравнению на 31 декабря 2016 г. уровень воды в озере поднялся на 2 метра и равняется отметке 3262, 48 метра над уровнем моря.

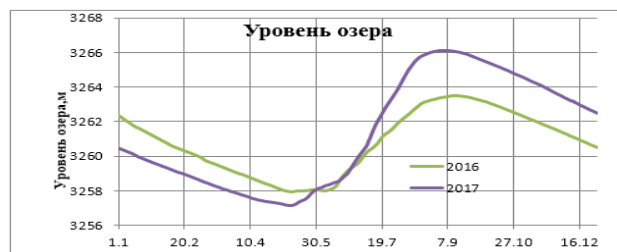


Рис. 2. Уровень воды Сарезского озера в 2016-2017г. (Источник: КЧС и ГО РТ).

Это связано с тем, что в зимне-весенний период 2016-2017 годов в Таджикистане выпало на 30-50 % снега выше средней многолетней нормы (рис. 2).

В связи с увеличением уровня воды в озере увеличился расход воды из озера Сарез и на 1 января 2017 года составил 62 м³/секунду по сравнению с этим же периодом 2016 года на 9,75 м³/секунд, что является допустимой нормой (рис. 3).

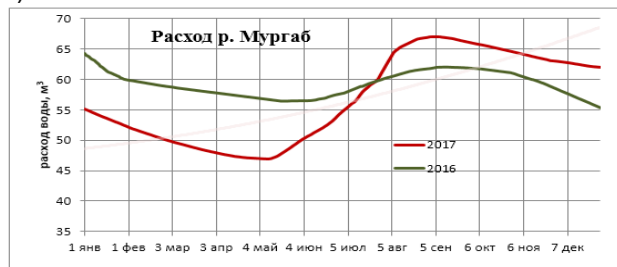


Рис. 3. Расход воды в реке Мургаб в 2016-2017 г. (Источник: КЧС и ГО РТ)

Анализ показывает, что среднегодовая температура воздуха в районе Сарезского озера за 2017 г. по сравнению с 2016 годом потеплела на 2 градуса (рис. 4).

В связи с повышением температуры воздуха в летний период, согласно данным, по сравнению с предыдущим годом, отмечается увеличение расхода воды в реке Мургаб и ее притоках в озере Сарез.

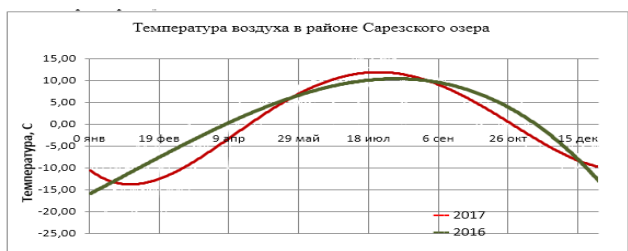


Рис. 4. Температура воздуха в районе Сарезского озера 2016-2017 г. (Источник: КЧС и ГО РТ).

**Выводы:**

Проведённые современные исследования подтверждают выводы профессора Преображенского И.А. и Шпилько Г.А. об устойчивости Усойского завала.

Ишук Н.Р., который совместно со специалистами фирмы «STUCKY» проводил исследования на Сарезском озере,

подтверждает, что никакой реальной угрозы смещения со склонов огромных масс горных пород, могущих вызвать катастрофу на озере Сарез, не существует.

Геофизическими методами, гидрогеологическими экспериментами с красителями и режимными наблюдениями установлено, что основной расход фильтрации происходит до глубины 50 м со скоростью от 1.5 до 4 м/с в зависимости от уровня озера.

Для предотвращения наводнения в долинах рек Бартанг и Пяндж в случае обрушения неустойчивых участков берега и повышения уровня воды в Сарезском озере в условиях изменения климата необходимо разработать мероприятия, позволяющие управлять понижением уровня воды в озере и тем самым обеспечить безопасность сооружения.

**Литература:**

1. Ф.Рахими Ф., Оймухаммадзода И.С., Ишук А.Р., Илясова З., Ш.Муродкулов Ш., Ниёзов Н. Сарезское озеро. –Душанбе: 2007. -234 с.
2. Букинич Д.Д. Усойское землетрясение и его последствия. Русские ведомости, 1913. № 187. -С.60-263.
3. Шпилько Г.А. Землетрясение 1911 года на Памире его последствия. Изв. Русск. геогр. об-ва, т.50, вып. 1-2, 1914. Также статья в «Изв. Туркестанского отд. Русск. геогр. об-ва», т.10, вып.1, 1914а.
4. Акдонов Ю., Казаков Ю.М., Лим В.В др. Отчет “Комплексные инженерно-геологические исследования масштаба 1:25000 в районе Сарезского озера для оценки устойчивости склонов и прогноза развития геологических процессов за 1985-1987 гг.”, пос. Разведчик, 1987. Фонды Главного управления геологии при Правительстве РТ.
5. Ишук Н.Р., Ишук А.Р. Ещё раз о проблемах озера Сарез. Материалы международной конференции «Опыт изучения оползней и обвалов на территории Таджикистана и методы инженерной защиты». Душанбе: 2002. -С 20-25.
6. Негматуллаев С.Х., Джураев Р.У., Улубиева Т.Р. Проявление сильных землетрясений на территории Таджикистана в 2015 году. Известия АН РТ, отд. Физики, математики, химии, геологии и технических наук №4 (165). Душанбе: 2016. -С.83-94.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)**

TJ	RU	EN
Амирзода Махмуд Хамид	Амирзода Махмуд Хамид	Amirzoda Mahmoud Hamid
Унвончу	Соискатель	Job seeker
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ	Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ	Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the NAST
<a href="mailto:mahmudamirov@mail.ru">mahmudamirov@mail.ru</a>		

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1  
к Положению о научном журнале  
"Политехнический вестник"

**ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ  
статей в журнал "Политехнический вестник"**

1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:

- статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).

3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.

4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD<sup>1</sup> на таджикском, английском или русском языке:

<b>ВВЕДЕНИЕ (Introduction)</b>	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.
<b>МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)</b>	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы были использованы или кто был включен в выборку? Детально описывают методы и схему экспериментов/наблюдений, позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)</b>	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
<b>ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)</b>	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)</b>	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)</b>	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b>	оформляется в конце статьи в следующем виде:

<sup>1</sup> Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

(AUTHORS' BACKGROUND)

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title <sup>2</sup>			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID <sup>3</sup> Id			
Телефон			

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**  
(CONFLICT OF INTEREST)

Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.

Пример:

1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX.
2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

**ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД**  
**АВТОРОВ** (AUTHOR  
CONTRIBUTIONS).

Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).

Пример данного раздела:

1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.
2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации

**ДОПОЛНИТЕЛЬНО** (по желанию автора)

**БЛАГОДАРНОСТИ**  
(опционально) -  
ACKNOWLEDGEMENT  
(optional)

Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.

**ФИНАНСИРОВАНИЕ**  
**РАБОТЫ** (FUNDING)

Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**  
**ИНФОРМАЦИЯ**  
(ADDITIONAL  
INFORMATION)

В этом разделе могут быть помещены:

Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.

Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).

Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладов на конференциях и семинарах.

<sup>2</sup> Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

<sup>3</sup> ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. [www.orcid.org](http://www.orcid.org).

## 5. Требования к оформлению статей

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

## Рекомендации по набору и оформлению текста

Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры страницы и абзаца	отступы сверху и снизу - 2,5 см; слева и справа - 2 см; табуляция - 2 см;	ориентация - книжная
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые – по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире –). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки (иллюстрации, графики, диаграммы, схемы)	Должны иметь сквозную нумерацию, название и ссылку в тексте, которую следует располагать в тексте после первого упоминания о рисунке. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF, *TIFF (толщина линий не менее 3 пкс) Фотографии должны быть предельно четкими, с разрешением 300 dpi. Максимальный размер рисунка: ширина 150 мм, высота 245 мм. Каждый рисунок должен иметь подрисуночную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисуночные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке. Не допускается наличие рамок вокруг и внутри графиков и диаграмм. Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК <sup>4</sup>	УДК 62.214.4; 621.791.05	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	<b>НАЗВАНИЕ СТАТЬИ</b> (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	<b>Инициалы и фамилии авторов</b> (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	<b>Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими</b>	В центре полужирными буквами
Реферат (аннотация)	Должен быть информативным и на языке оригинала статьи (таджикском, русском и английском), содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов). Структура реферата: Введение. Материалы и методы исследования. Результаты исследования. Заключение.	Выровнять по ширине
Ключевые слова	5-6, разделены между собой « , ». (на языке оригинала статьи) Пример: энергосбережение, производство корунда, глинозем, энергопотребление, оптимизация	Выровнять по ширине
На двух других языках приводится: Заголовок Авторы Организация Реферат (аннотация)	перевод названия статьи, авторов <sup>5</sup> , организации <sup>6</sup> , заголовки и реферат <sup>7</sup> и ключевые слова <sup>8</sup> на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

К статье прилагается (см. <http://vp-es.ttu.tj/>):

1. Сопроводительное письмо (приложение 1А).
2. Авторское заявление (приложение 1Б).
3. Лицензионный договор (приложение 1В).
4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати (приложение 1Г).
5. Рецензия (приложение 1Д).

<sup>4</sup> Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всем мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

<sup>5</sup> В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

<sup>6</sup> Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

<sup>7</sup> Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

<sup>8</sup> В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводимый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

Муҳаррири матни русӣ:	М.М. Якубова
Муҳаррири матни тоҷикӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	М.Қаюмов
Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	М.Қаюмов

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10<sup>А</sup>  
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10<sup>А</sup>

Ба чоп 22.10.2021 имзо шуд. Ба матбаа 25.10.2021 супорида шуд.  
Чопи офсетӣ. Коғози офсет. Андозаи 60x84 1/8  
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ  
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10<sup>А</sup>