



**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН**  
**Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология**

**МАВОДҲОИ**  
**КОНФЕРЕНСИЯИ БАЙНАЛМИЛАЛИИ ИЛМӢ-АМАЛИИ**  
**«ЗАХИРАҲОИ ОБ, ИННОВАТСИЯ, ЗАХИРА**  
**ВА ЭНЕРГИЯСАРФАНАМОӢ»**



**МАТЕРИАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ**  
**КОНФЕРЕНЦИИ «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИННОВАЦИЯ,**  
**РЕСУРСО-И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»**

**MATERIALS**

**OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC-**  
**PRACTICAL CONFERENCE «WATER RESOURCES,**  
**INNOVATION, RESOURCE AND ENERGY SAVING»**

**Душанбе, 2023**



**М А В О Д Ҳ О И**  
**Конференсияи байналмилалии илмӣ - амалии**  
**«Захираҳои об, инноватсия, захира- ва энергиясарфанамоӣ»**  
**(6-7 октябри соли 2023, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон)**

**М А Т Е Р И А Л Ы**  
**Международной научно-практической конференции**  
**«Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения»**  
**(6-7 октября 2023 года, г. Душанбе, Республика Таджикистан)**

**M A T E R I A L S**  
**of the International Scientific-Practical Conference**  
**“Water Resources, Innovation, Resource and Energy Saving”**  
**(October 6-7, 2023, Dushanbe, Republic of Tajikistan)**



Продовольственная и  
сельскохозяйственная организация  
Объединенных Наций



**HELVETAS**  
TAJIKISTAN



ҳамкорию  
ОҶМОН  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**Душанбе / Dushanbe – 2023**

УДК 626.823(0.75.8)  
ББК 38.77.  
К 63

**ЗАХИРАҶОИ ОБ, ИННОВАТСИЯ, ЗАХИРА- ВА ЭНЕРГИЯСАРФАНАМОЙ // Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ амалӣ. – Тоҷикистон, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023. - 288 с.**

Дар маҷмӯаи гузоришҳои Конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «Захираҳои об, инноватсия, захира- ва энергиясарфанамоӣ» маводҳо дар самтҳои муҳими зерин пешниҳод карда мешаванд: усулҳои инноватсионӣ истифодаи захираҳои об, истифодаи маҷмаавӣ захираҳои об дар шароити тағйирёбии иқлим, гидроэкология, гидрохимия ва сифати об, рушди устувор ва иқтисоди сабз, иншоотҳои гидротехникӣ ва сохтмон, дурнамоӣ рушди гидроэнергетика ва истифодаи манбаҳои барқароршавандаи энергия, энергетика, захира- ва энергиясарфанамоӣ, аҳамияти рекреатсионӣ, сайёҳӣ ва табобатии обҳои ноҳияҳои кӯҳсор, масоили об ва барқтаъминкунии таъминкунии шаҳру дехот дар шароити кӯҳсор ва баланд бардоштани иқтидори илмӣ ва таълимӣ дар баҳши хоҷагии об.

\*\*\* \*\*

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИННОВАЦИЯ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ // Материалы Международной научно-практической конференции. – Таджикистан, Душанбе, 6-7 октября 2023 года. - 288 с.**

В сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережение», предоставлены материалы по важным направлениям: инновационные методы использования водных ресурсов, комплексное использование водных ресурсов в условиях изменения климата, гидроэкология, гидрохимия и качество воды, устойчивое развитие и зелёная экономика, гидротехнические сооружения и строительство, перспективы развития гидроэнергетики и использования возобновляемых источников энергии, энергетика, ресурсо- и энергосбережение, рекреационное, туристическое и лечебное значение вод горных районов, проблемы городского и сельского водо- и электроснабжения в горных условиях и повышение научного и образовательного потенциала водного сектора.

\*\*\* \*\*

**WATER RESOURCES, INNOVATION, RESOURCE AND ENERGY SAVING // Materials of the International Scientific-Practical Conference. – Tajikistan, Dushanbe, October 6-7, 2023. - 288 p.**

The collection of reports of the International Scientific-Practical Conference “Water Resources, Innovation, Resource and Energy Saving” provides materials on important areas: innovative methods of using water resources, integrated use of water resources in conditions of climate change, hydroecology, hydrochemistry and water quality, sustainable development and green economy, hydraulic structures and construction, prospects for the development of hydropower and the use of renewable energy sources, energy, resource and energy saving, recreational, tourist and medicinal value of mountain waters, problems of urban and rural water and electricity supply in mountainous conditions and increasing scientific and educational potential of the water sector.

**Мураттибон ва муҳаррирон:** Ҳасанов Н.М., Курбонов Н.Б.

**Составители и редакторы:** Хасанов Н.М., Курбонов Н.Б.

**Compilers and editors:** Khasanov N.M., Kurbonov N.B.

© *Институтҳои масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

© *Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана*

© *Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan*

## МУНДАРИЧА

1.	Абдурахмонов А.Я., Ализода А.А. ҲАДАФҲО ВА ХУСУСИЯТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА, АЗ ҚУМЛА ГИДРОЭНЕРГЕТИКАИ ХУРДИ ТОҶИКИСТОН	12
2.	Ализода А.А., Абдурахмонов А.Я. УСУЛ ВА РОҲҲОИ БАҲАРАФКУНИИ НОРАСОИИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКИИ НБО ДАР ТОҶИКИСТОН	24
3.	Амирзода О.Ҳ., Ҳасанов Н.Н., Каримов Н.М., Ҳасанов Ф.Н. АЛОҚАМАНДИИ ЭНЕРГИЯСАМАРАНОКИИ БИНОҲО БО ҲАЛЛИ ҲАҚМИВУ ТАРҲИИ ОНҲО	33
4.	Носиров Н.Қ., Курбонов Н.Б., Бобиев С.С., Курбонов Ю.М. УСУЛҲОИ СТРАТЕГИИ ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ОБ	40
5.	Сайдумаров С.С. ТАҲЛИЛ ВА АРЗЁБИИ ҲОЛАТИ МАВҶУДАИ ТАНЗИМ, ИСТИФОДА ВА ҲИФЗИ ЗАХИРАҲОИ ОБ ДАР ҲАВЗАИ ДАРЁИ ЗАРАФШОН	48
6.	Розиқов А.А. ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ ОБ ЗИМНИ ПАРВАРИШИ ПАХТА ДАР ШАРОИТИ МАССИВИ ДАНҒАРА	55
7.	Ванг З.Ҳ. ВАЗЪИ КУНУНИ ВА ДУРНАМОИ РУШДИ ОБЁРИИ ҚАТРАГИИ ҲОҶАГИҲОИ ДЕҲОТ ДАР ВОҲАҲОИ МИНТАҚАҲОИ ХУШК	61
8.	Пулатов Ш.Я. НАТИҶАҲОИ ОМУЗИШИ ИСТИФОДАБАРИИ ЧУҚУРНАРМКУНИИ МЕЛИОРАТИВИИ ХОК	69
9.	Нурзода Н.Н. ДУРНАМОИ ТАТБИҚИ ТЕХНОЛОГИЯИ САРФАНАМОИИ ОБ ЗИМНИ ОБЁРИИ ЗИРОАТҲОИ ҲОҶАГИИ ДЕҲОТИ ТОҶИКИСТОН	76
10.	Юсуфи Г.И., Пулатова Ш.С., Гулов Ф.А., Илхоми Н., Ирназаров Б.Х. РЕЖАИ ОПТИМАЛИИ ОБЁРИИ ОҲТОБПАРАСТ ВОБАСТА АЗ УСУЛИ КИШТ	80
11.	Гулахмадов А.А., Раҳмонов Ш.С., Ҳасанов Б.М. ЭНЕРГИЯИ ГИДРОГЕНӢ. ҚИСМИ 2. ДУРНАМОИ РУШДИ ЭНЕРГИЯИ ГИДРОГЕНӢ ДАР ТОҶИКИСТОН	86
12.	Абдушукуров Д.А., Лентсчке Ян, Шаймурадов Ф.И., Эмомов К.Ф. ГЕНЕЗИСИ ОБҲОИ РӢИЗАМИНИ ДАР ҲАВЗАИ ДАРЁИ ВАХШ	95
13.	Толибова У.О., Нажмудинова Ф.И., ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ ОБҲОИ ЗЕРИЗАМИНИ ДАР НОҲИЯҲОИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ	103
14.	Қориева Ф.А., Халилов Д., Курбонов Д., Боев Р.Д. АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ РАСТАНИҲОИ МЕВАДИҲАНДАИ ДАРАИ ВАҲЗОБ	110
15.	Салимова М.Т. ИҲЛОСШАВИИ ҲАВОИ АТМОСФЕРА	115

	ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ	
16.	Мачидов О.Ш. МАСЪАЛАҲОИ ЭКОЛОГӢ ВА ҲИФЗИ ЗАХИРАҲОИ ОБИИ ТОҶИКИСТОН	123
17.	Ҳасан Асоев. МУАММОҲОИ ТАҒЙИРӢБИИ ИҚЛИМ ДАР ТОҶИКИСТОН	130
18.	Акмалзода М.М. ХУСУСИЯТҲОИ ГИДРОЛОГӢ-ГЕОГРАФӢ ВА ЗУҲУРИ МУШКИЛОТҲОИ ОБӢ-ЭКОЛОГӢ ДАР МИСОЛИ РӮДҲОИ НИШЕБИИ ЧАНУБИИ ҚАТОРКӮҲИ ҚУРАМА	134
19.	Баҳриев С.Ҳ., Умирзоқов А.М. ЗАХИРАҲОИ ЭНЕРГИЯИ МОЕЪ БА ИВАЗИ ОБИ ТОЗАИ НӮШОКИИ САРЕЗ, БО РИОЯИ ЭКОЛОГИЯ	144
20.	МачидӢ М., Ищук Н.Р., Ашуров А.И., Исломов М.Ш. ТАДҚИҚИ ГЕОДЕЗӢ ДАР ҲУДУДУИ СИЛСИЛАНЕРУ-ГОҲҲОИ ДАРӢИ ВАХШ ва ТАҲЛИЛИ НАТИҶАҲОИ ОНҲО	153
21.	Давлатшоев С.Қ., Тоирзода С.Т., Шамсуллоев Ш.А., Мирзоева Б.М., Чақалов С.Х. ТАРЗИ НАЗОРАТИ ТАҒИРӢБИИ СУРЪАТИ МАҶРОИ ОБ ВА РЕҶАИ ГИДРАВЛИКӢ ДАР НАҚБҲОИ ГИДРОТЕХНИКӢ	161
22.	Муртазоев У.И., Мақсумова Ш.У. РАВИШҲОИ ИҚТИСОДӢ-ГЕОГРАФӢ БА АРЗӢБИИ УСТУВОРИ ОБОДОНИИ ДЕҲОТ	167
23.	Шарифов А., Мирсаидов У.М., Муродиён А.Ш., Ҳусайнов Ҳ.А., Баротов М.А. ЭНЕРГЕТИКАИ ГИДРОГЕНӢ – ТЕЗОНАНДАИ БАРПОКУНИИ ИҚТИСОДИ САБЗ ДАР ТОҶИКИСТОН	180
24.	Азизуллоева М.Х. МАНБАҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ ДАР ТОҶИКИСТОН: ДУРНАМОИ ЭНЕРГИЯИ ОҲТОБ ВА ШАМОЛ	187
25.	Юлдашев З.Ш., Ботуров К. ИСТИФОДАИ МАҶМААВИИ САРЧАШМАҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ БАРОИ ТАЪМИНИ РАВАНДҲОИ ЭНЕРГИЯТЕХНОЛОГӢ БО ЭНЕРГИЯ ДАР МИНТАҚАҲОИ ДЕҲОТ	192
26.	Алимқулов С.К., Мырзахметов А.Б., Кулебаев К.М., Турсунова А.А., Баспакова Г.Р., Исакан Г. ТАВСИФОТИ МОРФОМЕТРИИ КӮЛИ БАЛҲАШ	202
27.	Ниёзов Ҷ.Б. ИСТИФОДАИ МОДЕЛИ НВУ-ЕНТ БАРОИ АРЗӢБИИ МАҶРОИ ФОНДАРӢ БАРОИ ДАВРАИ ТО СОЛИ 2080	209
28.	Шарипов С.Р., Абдуллаев С.Ф., Чураев, А.М., Акрамова Р.Я. ВОРИДШАВИИ ТӮФОНҲОИ ЧАНГУ ҒУБОР БА ТОҶИКИСТОН ВА ТАЪСИРИ ОН БА САЛОМАТӢ ВА МУҲИТИ АТРОФ	219

29.	Умирзоков А.М. ТАҲЛИЛИ САМАРАНОКИИ БОЗОРИ ЭЛЕКТРОМОБИЛҶО ДАР ШАРОИТИ ҚУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН	225
30.	Ҳасанов Ф. ЛАВҲАДЕВОРИ БИСЁРҚАБАТАИ ЭНЕРГИЯСАМАРАНОК БАРОИ БИНОҶОИ МАРКАЗҶОИ ИҚТИМОЙ	235
31.	Икромов И.И., Икромов Илҳом И., Икромии М.И. ЗАХИРАҶОИ ОБӢ ВА ТАЪМИН БУДАН БО ОБ – ОМИЛҶОИ АСОСИИ ТАЪМИНКУНАНДАИ НЕКӢАҲВОЛИИ МАРДУМ ВА ТАРАҚҚИЁТИ ИСТЕҶСОЛОТ	241
32.	Зувайдов М.М., Алимардонов А.М. УСТУВОРИИ НАҚБИ ИРРИГАТСИОНИИ ДАНҶАРА ДАР ҶОЛАТИ ЗИЛЗИЛАНОКӢ ДАР ШАРОИТИ ҚУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН	250
33.	Холов Ф.А., Хасанов М.Н. ҶОЛАТИ ШИДДАТНОКӢ- ДЕФОРМАТСИЯШАВИИ НАҚБИ ЁРИРАСОНӢ 5-и НБО-и РОҶУН	257
34.	П.М. Аҳмадов, Ш.К. Шарифзода, О.Ҷ. Амирзода. ТАҲЛИЛИ ҶОЛАТ ВА САМАРАНОКИИ КОРИ ИНШООТИ ОБТОЗАКУНӢ ДАР МИСОЛИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ	265
35.	Ҳасанов Н.М., Сулаймонова М.А. ТАЪСИРИ СЕЙСМИКИИ ТАРКИШҶО БА ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ	274
36.	Сулаймонова М.А., Ҳасанов М.Н., Зувайдов М.М. ЗИЛЗИЛАТОБОВАРИИ КОНСТРУКСИЯҶОИ ОБГУЗАРОН ҶАНГОМИ ТАЪСИРИ ЗАРБАВИИ ВОСИТАҶОИ НАҚЛИЁТ	282

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Абдурахмонов А.Я., Ализода А.А. ЦЕЛИ И ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА	12
2.	Ализода А.А., Абдурахмонов А.Я. МЕТОД И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ НЕХВАТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ГЭС ТАДЖИКИСТАНА	24
3.	Амирзода О.Х., Хасанов Н.Н., Каримов Н.М., Хасанов Ф.Н. ЗАВИСИМОСТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ОТ ИХ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ	33
4.	Насиров Н.К., Курбонов Н.Б., Бобиев С.С., Курбонов Ю.М. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ	40
5.	Сайдумаров С.С. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИТУАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАСЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН	48
6.	Розиков А.А. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ДАНГАРИНСКОГО МАССИВА	55
7.	Ванг З.Х. СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ВОДОСБЕРЕЖАЮЩЕГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ЗАСУХИХ ОАЗИСНЫХ РАЙОНАХ	61
8.	Пулатов Ш.Я. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛУБОКОГО МЕЛИОРАТИВНОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВ	69
9.	Нурзода Н.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРОШЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН	76
10.	Юсуфи Г.И., Пулатова Ш.С., Гулов Ф.А., Илхоми Н., Ирназаров Б.Х. ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ПОСЕВА	80
11.	Гулахмадов А. А., Рахмонов Ш. С., Хасанов Б. М. ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ЧАСТЬ 2. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ	86
12.	Абдушукуров Д.А., Лентсчке Ян, Шаймурадов Ф.И., Эмомов К.Ф. ГЕНЕЗИС ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАСЕЙНЕ РЕКИ ВАХШ	95
13.	Толибова У.О., Нажмудинова Ф.И. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПОДВЕДОМСТВЕННЫХ	103

РАЙОНАХ ГОРОДА ДУШАНБЕ		
14.	Кариева Ф.А., Халилов Д., Курбонов Д., Боев Р.Д. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ БЕРЕГОВ РЕКИ ВАРЗОБ	110
15.	Салимова М.Т. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ	115
16.	Маджидов О.Ш. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАЩИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА	123
17.	Хасан Асоев. ЗАГАДКИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ТАДЖИКИСТАНЕ	130
18.	Акмалзода М.М. ГИДРОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОЯВЛЕНИЕ ВОДНО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ПРИМЕРЕ РЕК ЮЖНОГО СКЛОНА КУРАМИНСКОГО ХРЕБТА	134
19.	Бахриев С.Х., Умирзоков А.М. ЖИДКИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ В ОБМЕН НАЧИСТЕЙШУЮ ПИТЬЕВУЮ ВОДУ САРЕЗА, СОБЛЮДАЯ ЭКОЛОГИЮ	144
20.	Маджиди М., Ищук Н.Р., Ашуров А.И., Исломова М.Ш. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАСКАДА ГЭС НА РЕКИ ВАХШ И ИХ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ	153
21.	Давлатшоев С.К., Тоирзода С.Т., Шамсуллоев Ш.А., Мирзоева Б.М., Чакалов С.Х. МЕТОД КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВОДНОГО ПОТОКА И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ТУННЕЛЯХ	161
22.	Муртазаев У.И., Максумова Ш.У. ЭКОНОМИКО- ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ	167
23.	Шарифов А., Мирсаидов У.М., Муродиён А.Ш., Хусайнов Ҳ.А., Баротов М.А. ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – УСКОРИТЕЛЬ СОЗДАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ	180
24.	Азизулоева М.Х. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ	187
25.	Юлдашев З.Ш., Ботуров К. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКИХ РЕГИОНАХ	192
26.	Алимкулов С.К., Мырзахметов А.Б., Кулебаев К.М., Турсунова А.А., Баспакова Г.Р., Исакан Г. МОРФОМЕТРИ-	202

	ЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРА БАЛКАШ	
27.	Ниязов Дж.Б. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ НВУ-ЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОКА РЕКИ ФАНДАРЬЯ НА ПЕРИОД ДО 2080 ГОДА	209
28.	Шарипов С.Р., Абдуллаев С.Ф., Джураев, А.М., Акрамова Р.Я. ПРИБЫТИЕ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ В ТАДЖИКИСТАН И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	219
29.	Умирзоков А.М. АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫНКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН	225
30.	Хасанов Ф. МНОГОСЛОЙНАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СТЕНОВАЯ ПАНЕЛЬ ДЛЯ ЗДАНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ	235
31.	Икромов И.И., Икромов Илхом. И., Икромии М.И. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ – ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАРОДА И РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА	241
32.	Зувайдов М.М., Алимардонов А.М. УСТОЙЧИВОСТЬ ДАНГАРИНСКОГО ИРРИГАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН	250
33.	Холов Ф.А., Хасанов М.Н. ИНЖЕНЕРНО - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДХОДНОГО САСТ-5 РОГУНСКОЙ ГЭС	257
34.	Ахмадов П.М., Шарифзода Ш.К., Амирзода О.Х. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДУШАНБЕ	265
35.	Хасанов Н.М., Сулаймонова М.А. СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВОВ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ	274
36.	Сулаймонова М.А., Хасанов М.Н., Зувайдов М.М. СЕЙСМОУСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОПРОПУСКНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	282

## TABLE OF CONTENTS

1.	Abdurakhmonov A.Ya., Alizoda A.A. GOALS AND FEATURES OF HYDROPOWER, INCLUDING SMALL HYDROPOWER IN TAJIKISTAN	12
2.	Alizoda A.A., Abdurakhmonov A.Ya. METHOD AND WAYS OF OVERCOMING THE SHORTAGE OF ELECTRICITY IN HYDROPOWER PLANTS OF TAJIKISTAN	24
3.	Amirzoda O.H., Khasanov N.N., Karimov N.M., Khasanov F.N. DEPENDENCE OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS ON THEIR SPACE AND LAYOUT SOLUTIONS	33
4.	Nasirov N.K., Kurbonov N.B., Bobiev S.S., Kurbonov Yu.M. STRATEGIC APPROACHES TO WATER RESOURCES MANAGEMENT	40
5.	Rozikov A.A. RATIONAL USE OF WATER WHEN GROWING COTTON IN THE DANGARINSKY MASSIF CONDITIONS	48
6.	Saidumarov S.S. ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE EXISTING SITUATION OF MANAGEMENT, USE AND PROTECTION OF WATER RESOURCES IN THE ZERAVSHAN RIVER BASIN	55
7.	Wang Z.H. CURRENT SITUATION AND PROSPECT OF THE DEVELOPMENT OF DRIP IRRIGATION WATER-SAVING AGRICULTURE IN ARID OASIS AREAS	61
8.	Pulatov Sh.Ya. RESULTS OF STUDY OF APPLICATION OF DEEP AMELIORATIVE SOIL LOOSENING	69
9.	Nurzoda N.N. PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF WATER-SAVING TECHNOLOGIES FOR THE IRRIGATION OF AGRICULTURAL CROPS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN	76
10.	Yusufi G.I., Pulatova Sh.S., Gulov F.A., Ilkhomi N., Irnazarov B.Kh. OPTIMAL SUNFLOWER IRRIGATION REGIME DEPENDING ON SOWING METHOD	80
11.	Gulamadzodov A. A., Hasanov B. M., Rahmonov Sh. S. HYDROGEN ENERGY. PART 2. HYDROGEN ENERGY DEVELOPMENT PERSPECTIVES IN TAJIKISTAN	86
12.	Abdushukurov D.A., Lentschke Jan, Shaimuradov F.I., Emomov K.F. GENESIS OF SURFACE WATERS IN THE VAKHSH RIVER BASIN	95
13.	Tolibova U.O., Nazhmudinova F.I. CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE DEPARTMENTAL AREAS OF DUSHANBE CITY	103
14.	Karieva F.A., Halilov D., Kurbonov D., Boev R.D. ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WILD FRUIT PLANTS OF	110

	THE VARZOB GORGE	
15.	Salimova M.T. ATMOSPHERIC POLLUTION IN DUSHANBE CITY	115
16.	Majidov O.Sh. ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND PROTECTION WATER RESOURCES OF TAJIKISTAN	123
17.	Khasan Asoev. MYSTERIES OF CLIMATE CHANGE IN TAJIKISTAN	130
18.	Akmalzoda M.M. HYDROLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS AND MANIFESTATION OF WATER AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS ON THE EXAMPLE OF THE RIVERS OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE KURAMINSKY RIDGE	134
19.	Bahriev S.H., Umirzokov A.M. LIQUID ENERGY RESOURCES IN EXCHANGE OF THE CLEANEST DRINKING WATER OF SAREZ, OBSERVING THE ECOLOGY	144
20.	Majidi M., Ishchuk N.R., Ashurov A.I., Islomova M.Sh. GEODETIC INVESTIGATIONS ON THE TERRITORY OF THE CASCADE OF HPPS ON THE VAKHSH RIVER AND THEIR ANALYSIS OF THE RESULTS	153
21.	Davlatshoev S.K., Toirzoda S.T., Shamsulloev Sh.A., Mirzoeva B.M., Chakalov S.Kh. METHOD FOR CONTROLLING CHANGES IN THE SPEED OF WATER FLOW AND HYDRAULIC MODE IN HYDRAULIC TUNNELS	161
22.	Murtazaev U.I., Maksumova Sh.U. ECONOMIC-GEOGRAPHICAL APPROACHES TO ASSESSING SUSTAINABILITY RURAL DEVELOPMENT AREAS	167
23.	Sharifov A., Mirsaidov U.M., Murodiyov A.Sh., Husainov H.A., Barotov M.A. HYDROGEN ENERGY – AN ACCELERATOR FOR CREATION OF GREEN ECONOMY IN TAJIKISTAN	180
24.	Azizuloeva M.K. RENEWABLE ENERGY SOURCES IN TAJIKISTAN: PROSPECTS FOR SOLAR AND WIND POWER	187
25.	Yuldashev Z.Sh., Boturov K. COMPREHENSIVE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR ENERGY SUPPLY OF ENERGY TECHNOLOGICAL PROCESSES IN RURAL REGIONS	192
26.	Alimkulov S.K., Myrzakhmetov A.B., Kulebaev K.M., Tursunova A.A., Baspakova G.R., Isakan G. MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LAKE BALKASH	202
27.	Niyazov J.B. APPLICATION OF THE HBV-EHT MODEL FOR RUNNOWN ASSESSMENT RIVERS OF FANDARYA FOR THE PERIOD UNTIL 2080	209
28.	Sharipov S.R., Abdullaev S.F., Dzhuraev, A.M., Akramova R.Ya.	

	THE ARRIVAL OF DUST STORMS INTO TAJIKISTAN AND ITS EFFECTS ON HEALTH AND THE ENVIRONMENT	219
29.	Umirzokov A.M. ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE ELECTRIC VEHICLE MARKET IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN	225
30.	Khasanov F. MULTILAYER ENERGY EFFICIENT WALL PANEL FOR SOCIAL CENTER BUILDINGS	235
31.	Ikromov I.I., Ikromov Ilkhomjon I., Ikromi M.I. WATER RESOURCES AND WATER AVAILABILITY ARE THE MAIN FACTORS ENSURING THE WELFARE OF THE PEOPLE AND THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION	241
32.	Zuvaidov M.M., Alimardonov A.M. STABILITY OF THE DANGARA HYDROTECHNICAL TUNNEL UNDER SEISMIC IMPACT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN	250
33.	Холов Ф.А., Хасанов М.Н. ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS AND THEIR INFLUENCE ON THE STRESS-STRAIN STATE OF THE APPROACH SAST-5 OF ROGUNSKAYA HYDROELECTRIC POWER PLANT	257
34.	P.M. Ahmadov, Sh.K. Sharifzoda, O.H. Amirzoda. ANALYSIS OF THE CONDITION AND EFFICIENCY OF WASTEWATER FACILITIES TREATMENT PLANTS ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF DUSHANBE	265
35.	Khasanov N.M., Sulaimonova M.A. INFLUENCE OF SEISMIC EFFECTS OF EXPLOSIONS ON HYDRAULIC STRUCTURES AND TUNNELS	274
36.	Sulaimonova M.A., Khasanov M.N., Zuvaidov M.M. SEISMIC RESISTANCE OF CULVERT STRUCTURES UNDER THE IMPACT OF VEHICLES	282

# ҲАДАФҲО ВА ХУСУСИЯТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА, АЗ ҶУМЛА ГИДРОЭНЕРГЕТИКАИ ХУРДИ ТОҶИКИСТОН

Абдурахмонов А.Я.<sup>1</sup>, Ализода А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ,

<sup>2</sup>Донишкадаи энергетикӣи Тоҷикистон

**Аннотатсия:** Дар ин мақола дар асоси таҳқиқот ва таҳлилу муқоисаҳо дар бораи ҳадаф ва хусусияти асосии гидроэнергетикаи Тоҷикистон, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди мамлакат, иқтисодии гидроэнергетикӣ дарёҳои калону хурд, обанборҳои табиӣ сунъӣ ва каналҳои барои обёрии кишоварзӣ таъингардида ва истифодабарии он барои сохтмони нерӯгоҳҳои калону хурд, тадриҷан рушд ёфтани гидроэнергетикаи Тоҷикистон дар партави рӯ ба таназзул овардани гидроэнергетикаи муосир дар аксари мамлакатҳои рушдёфта, кӯҳна ва фарсудаи сарбандҳо дар НБО-и ҷаҳон ва амалӣ намудани чораҳо барои таҷдиди онҳо, аҳамияти иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва экологӣ ва афзалияту норасоӣҳои нерӯгоҳҳои барқӣ хурд дар муқоиса бо НБО-и калон, маводҳои таҳлилии илмӣ таҳқиқотӣ пешниҳод шудаанд.

Муаллифон дар асоси таҳлили маълумотҳои Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Раёсати Иттиҳодияҳои ҳавзаи хоҷагиҳои об дар минтақаҳои Тоҷикистон тавсия медиҳанд, ки имкониятҳои қариб истифоданагардидаи гидроэнергетикӣ каналҳои иригатсионие, ки дарозии умумиашон дар мамлакат зиёда аз 29000 километрро ташкил медиҳад ва аз ин ҷумла қариб 200 каналҳои магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон, ки зиёда аз 858 км дарозӣ доранд, метавонанд барои сохтмони НБОХ, микроНБО ва миниНБО самаранок истифода шаванд [3]. Дар сурати мусбат ҳал шудани ин масъала, чунин нерӯгоҳҳо барои бо энергияи электрикӣ таъмин намудани таҷҳизоти сарбандҳо ва маҳаллаҳои аҳолинишини ҳамшафати каналҳои магистралӣ ва дериватсионии амалкунанда ва гирду атрофи сарбандҳо, самаранок хизмат хоҳанд кард. Инчунин, пешниҳод мегардад, ки таҳлили системаҳои технологияҳои энергетикӣ-ETSAP ояндабинӣ ва нишондодҳои техникӣ-иқтисодии гидроэнергетикаи хурдро дар раванди лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодаи нерӯгоҳҳои барқӣ обии хурди дар минтақаҳои Тоҷикистон сохташаванда ба тарзи муфид истифода баранд.

**Калидвожаҳо:** гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ, гидроэнергетика, гидроэнергетикаи хурд, хусусиятҳои фарқкунанда, НБО, аввалин НБО, захираҳои гидроэнергетикӣ, дарёҳои калон ва хурд, каналҳои дериватсионӣ, каналҳои магистралӣ, ислоҳоти соҳаи об, Агентӣ, Иттиҳодия, Раёсат, барнома, стратегия, омилҳои иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва экологӣ, газҳои гулхонаӣ, бехатарии экологӣ.

Дар шароити муосир гидроэнергетикаи Тоҷикистон бо нерӯгоҳҳои барқӣ обии (НБО) тавононашон калону миёна, ба монанди НБО Норақ, Бойғозӣ, Сангтуда-1, Сангтуда-2, силсилаи НБО Вахш, Қайроқум, НБО-и минтақаи ВМКБ, инчунин сохтмон ва дар истифода қарор доштани 2 аз 6 агрегати бузургтарин НБО дар минтақаи Осиёи Миёна-НБО Роғун, дар қатори давлатҳои истеҳсолкунандаи энергияи электрикӣ обии ҷаҳон, дар ҳолати рушд қарор қарор дорад. Дар ин бора Агентии байналмилалӣ манбаҳои барқароршавандаи энергия АБМБЭ-(IRENA) дар маълумоти маҷмӯаъвии худ овардааст, ки соли 2021 дар 150 давлати ҷаҳон нерӯгоҳҳои барқӣ обӣ сохта шуда, фаъолият карда истодаанд. Тавоноии муқарраршудаи ҳамаи НБО-ҳои ҷаҳон соли 2021-ум 1360 ГВт-ро ташкил дод. Пешсафи ҷаҳонӣ дар масъалаи

гидроэнергетика Чин ба шумор меравад, ки соли 2021-ум тавоноии муқарраршудаи НБО-и он 391ГВт-ро ташкил додааст. Дар ҷои дуюм Бразилия-109 ГВт, дар ҷои сеюм ИМА-102 ГВт, дар ҷои чорум Канада-82 ГВт ва дар ҷои панҷум Россия-56 ГВт мебошанд [5]. Тавоноии муқарраршудаи НБО-и Тоҷикистон соли 2021-ум 5631 МВт-ро ё 5,6 ГВт-ро ташкил дод.

Тибқи динамикаи солҳои 1991-2022 дар ҳамаи соҳаҳои хоҷагии халқ, ки дар ҷадвалҳои 1 ва 2 оварда шудаанд, истеҳсоли умумӣ ва истеъмолати энергияи электрикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон рӯ ба афзоиш овардаанд. Ин ҳолат аз рушди соҳаи гидроэнергетикаи ватанӣ ва мутаносибан беҳтар гардидани сатҳи зиндагии аҳоли шаҳодат медиҳад, ки ҳадафи асосии гидроэнергетикаи мамлакат ба ҳисоб меравад.

**Ҷадвали 1.** Истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон

Номгӯй	Солҳо						
	1991	1996	2000	2004	2008	2021	2022
Гидроэнергия, ГВт.с	17,5	15,0	14,3	6,4	14,8	20,6	21

**Ҷадвали 2.** Истеъмолати энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон

Номгӯй	Солҳо						
	1991	1996	2000	2004	2008	2021	2022
Гидроэнергия, ГВт.с	19,2	14,1	15,6	16,8	15,6	18,2	19,5

Соли 2019 Ҷумҳурии Тоҷикистон “Стратегияи миллии мутобиқат ба тағйирёбии иқлим барои давраи то соли 2030”-ро қабул карда, вобаста ба талаботи ин Стратегия тадриҷан уҳдадорихои худро иҷро менамояд [8].

Тоҷикистон аз рӯи фоизи истеҳсол ва истифодабарии “энергияи сабз” дар ҷаҳон ҷойи шашумро ишғол менамояд. Зимни ин, азхудкунии ояндаи иқтидорҳои гидроэнергетикаи Тоҷикистон метавонад ба боз ҳам камтар шудани партобҳои газҳои карбонӣ ба атмосфера мусоидат кунад ва дар таъмини мамлакатҳои минтақа бо энергияи электрикӣ аз ҷиҳати экологӣ тоза, ки яке аз пояҳои рушди “иқтисодиёти сабз” мебошад, саҳм гузорад. Ин вазъият хусусан баъди ба истифода дода шудани НБО Роғун боз ҳам хубтар ва мавқеи Тоҷикистон оиди ин масъала дар миёни мамлакатҳои ҷаҳон устувортар мегардад. Хусусияти фарқкунанда дар он аст, ки имрӯз Тоҷикистон нисбати солҳои 90-ум дар таркиби истеъмолии худ ҳиссаи энергияи электрикӣ ба самти коҳиш додани сӯзишвории минералӣ зиёд гардонид, ба он ноил гашт, ки партовҳои газҳои гулхонаиро ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ), ки тибқи принципҳои Дастурии Конвенсияи ҷорҷубавии тағйирёбии иқлими СММ (КҶТИ-РКИК ООН) дар бахши «Энергетика»-и Тоҷикистон, ки дар Гузоришномаи якуми Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба инвентаризатсияи-

барӯйхатгирии газҳои гулхонаӣ оварда шудааст, аз 3833 Гт дар соли 2006 то 2544 Гт дар соли 2014 ва ё 33,6% кам кунад[8].

Хусусиятҳои дигари фарқкунандаи гидроэнергетикаи Тоҷикистон аз гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ дар он мушоҳида мешавад, ки дар мамлакатҳои зиёди рушдёфта ва рушдкунандаи ҷаҳон, ки соҳиби захираҳои бузурги сӯзишвории органикӣ (нафт, газ, ангишт) мебошанд, гидроэнергетика ҳамчун манбаи барқароршавандаи энергия дар рушди ин кишварҳо мавқеи асосӣ ва ҳалкунанда надорад (аз ҷумла Чин, Бразилия, ИМА, Канада, Россия).

Оиди ин масъала вазъият дар Тоҷикистон баръакс мебошад, ки онро ҳамчун яке аз хусусиятҳои дигари гидроэнергетикаи Тоҷикистон ҳисоб кардан мумкин аст. Ин хусусият аз рӯи нуқтаҳои назари зерин ҳанӯз диққатҷалкунанда будани гидроэнергетикаро дар Тоҷикистон исбот менамояд :

-мавҷуд будани тавоноҳои манёврий, инчунин эътирофнокии афзоишбандаи қимати гидроэнергетика дар бозорҳои энергетикӣ;

- арзиши пасттари меъёрии энергияи электрикӣ дар НБО истеҳсолшаванда дар муқоиса бо аксарияти манбаҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) ва хароҷоти начандон калони ҷорӣ аз рӯи паст будани нархи об;

-имконияти истифодабарии фаромақсади обанборҳо ба болои истеҳсоли энергияи электрикӣ инчунин манфиати иловагии истифодаи оби обанборро фароҳам меорад, агарчӣ аксаран истифода намегардад;

-арзиши баланди рамзии сарбандҳо, ки онҳоро ҳамчун маркази таваҷҷуҳи сиёсати миллии рушд муаррифӣ менамояд;

-дарозумрии лоиҳаҳо: аз оғози бунёдшавӣ-сарбанди калон метавонад то 60-120 сол хизмат кунад.

Вале дар солҳои охир, ҷуноне, ки таҳлилҳо нишон медиҳанд, вазъияти ҳол дар масъалаи истифодабарии сарватҳои гидроэнергетикӣ чӣ дар мамлакатҳои рушдёфта ва чӣ дар мамлакатҳои рушдкунанда тағйир ёфта истодааст. Дар маҷмӯъ рушди гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ имрӯз нисбати дигар манбаҳои барқароршавандаи энергия (оғтӣ, бодӣ) ва барқарорнашаванда (нафту газу ангишт) низ мунтазам коҳиш ёфта истодааст.

Тибқи маълумотҳои Агентии байналмилалӣ манбаҳои барқароршавандаи энергия АБМБЭ-(IRENA) соли 2020 истеҳсоли электроэнергия тавассути манбаҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) ба 2779 ГВт.с расид, ки аз ин ҷумла 1211 ГВт.с ба гидроэнергетикаи анъанавӣ рост меояд. Ин рақам нисбати афзоиши истеҳсоли умумӣ аз ҳамаи МБЭ аз 8% ҳам камтар аст, дар ҳолате, ки истеҳсоли энергияи электрикӣ тавассути нерӯгоҳҳои оғтӣ 22% ва нерӯгоҳҳои бодӣ 18% афзуда, дар маҷмӯъ 91% аз миқдори умумии афзоиши энергияи электрикӣ аз МБЭ-ро ташкил додааст [5].

Ба он нигоҳ накарда, ки энергияи электрикӣ дар НБО-ҳои калон истеҳсолшаванда яке аз ҳама арзонтарин мебошад, дар бисёр мамлакатҳо, хусусан рушдёфта, афзоиши тавоноҳои гидроэнергетикаи калон дар вақтҳои охир бо сабаҳои объективӣ паст ё ҷилавгирӣ шуда истодааст. Ба ин сабабҳо

дар навбати аввал зарурати ҷалби инвеститсияҳои калон ва дарозмуҳлат, хароҷоти баланд барои ҷорабиниҳои ҷубронкунандаи ҳифзи табиат ва иҷтимоӣ, муҳлати дарози сохтмон, сатҳи баланди камшавии гидропотенсиали аз ҷиҳати техникӣ дастрас ва аз ҷиҳати иқтисодӣ асоснокшуда, дохил мешаванд.

Дар маҷмӯъ, афзоиши ояндаи гидроэнергетика дар ҷаҳон аз ҳисоби омилҳои зерин бағоят номуайян арзёбӣ мегардад [4]:

-баланд шудани хароҷоти капиталӣ ба ҳар як киловатт тавоноии ҳисобӣ;

- арзиши баландтар ва муҳлати зиёдтари сохтмони НБО дар муқоиса бо аксарияти МБЭ;

-таъсири бузурги номатлуб ба гуногуннавиҳои биологӣ ва функсияҳои экосистемавӣ дар миқёси саёравӣ;

-куҳна ва фарсудаҳои сарбандҳо дар тамоми НБО-и ҷаҳон бо ва баландшавии хатари раҳна гаштани сарбандҳо. Барои пешгирии ин ҳолат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои рушди минбаъдаи соҳаи энергетикаи кишвар 18 лоиҳаи сармоягузори давлатӣ ба маблағи 16,6 миллиард сомонӣ амалӣ гардида истода, дарназар аст, ки дар 7 соли оянда аз ҳисоби бунёди нерӯгоҳи “Роғун” ва таҷдиди нерӯгоҳҳои барқи обии “Норак”, “Сабанд” ва “Қайроқум” иқтисодии энергетикаи мамлакат иловатан ба 4 ҳазор МВт афзоиш дода шавад;

-ҳиссаи баланди гидроэнергетика дар оилаи МБЭ дар бисёр мамлакатҳои рушдкардаи истода системаҳои энергетикаи онҳоро аз мувозина берун ва дар назди мушкилоти дар боло зикршуда побаст ва ин давлатҳоро маҷбур месозад, ки истифодабарии васеи дигар манбаҳои БЭ-ро барои баланд бардоштани эътимоднокии системаҳои энергетикӣ ба роҳ монанд.

Имрӯз, ҳатто ҷонибдорони асосии рушди гидроэнергетика, ки бо пешгӯиҳои хушбинонашон машҳуранд, пурра эътироф менамоянд, ки рушди гидроэнергетика дар ҷаҳон аз қуллаи афзоишаш гузаштааст ва рӯ ба танназулу сустшавӣ овардааст.

Новобаста аз рушди босуръати гидроэнергетикаи калон, дар Тоҷикистон масъалаи ривочу раванқи гидроэнергетикаи хурд тавассути бунёди нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ), зери тавачҷуҳи Ҳукумати мамлакат қарор дорад. Раванди таърихи ин масъала аз он шаҳодат медиҳад, ки тавҷҷуҳ ба энергетикаи хурд дар Тоҷикистон нисбати имрӯз барвақттар ба вучуд омадааст. Аввалин нерӯгоҳи барқи обии хурд (НБОХ), НБО Варзоб-1, бо тавоноии 7,15 МВт ҳанӯз соли 1936 сохта шуда, то имрӯз бомуваффақият амал карда истодааст. Солҳои 1949-1950 бо мақсади электрификатсияи саросарии ҳамаи ҳудуди деҳоти ҷумҳурӣ “Нақшаи истифодабарии сарватҳои гидроэнергетикаи обравҳои хурд барои электрификатсияи соҳаи кишоварзии ҶШС Тоҷикистон” коркард ва қабул шуда буд. Дар ин нақша захираи умумӣ ва имконпазири сарватҳои гидроэнергетикӣ муфассал мавриди омӯзиш қарор дода шуда, обравҳои дар оянда ғоидаовар барои НБОХ ошкор ва барои истифодабарӣ дараҷабандӣ, инчунин истеъмолкунандагон, ҳайат ва шумораи зарурии таҷҳизот, эҳтиёҷот ба маблағгузориҳо муайян ва масъалаҳои тавлиди

тавоноии нерӯгоҳҳо ҳаллу фасл шудаанд [2]. Нақшаи пешниҳодшудаи ин барномаи сохтмони НБО хурд имрӯз ҳам таъсирбахш мебошад (ҷадвали 3).

**Ҷадвали 3.** Нишондодҳои асосии “Нақшаи истифодабарии сарватҳои гидроэнергетикии обравҳои хурд барои электрикунонии соҳаи кишоварзии ҚШС Тоҷикистон” (Нақшаи солҳои 1949-1950)

Минтақаҳо	Сарватҳои потенсиалӣ P, ҳаз.кВт	Барои истифода имконпазир		Барои истифода пешбинишуда	
		Шумораи НБО	P, ҳаз.кВ т	Шумораи НБО	P, ҳаз.кВ т
Гурӯҳи Ленинобод (Суғд)	2120,00	555	111,5	119	31,4
Гурӯҳи ҷанубӣ	457,76	52	16,67		
Гурӯҳи Сталинобод(ноҳияҳои тобеъи марказ)	4002,27	177	151,6 7		
Гурӯҳи Кӯлоб	726,36			141	4406

Дар ин ҳолат шумораи нерӯгоҳҳо дар барномаи солҳои 1949-1950 на аз рӯи имконоту шароити захираи сарватҳои гидроэнергетикӣ, балки аз рӯи талаботи онвақта, ки нисбати имрӯз хеле ночиз буданд, муайян гардида буданд. Масалан барои яке аз собиқ вилоятҳо-вилояти Ленинобод (ҳозира Суғд) нақшаи азхудкунии танҳо 28,5% сарватҳои имконпазири гидроэнергетикӣ ва 1,5% сарватҳои умумии гидроэнергетикии ин вилоят тахминӣ нишон дода шуда буд.

Татбиқи ин Нақша амалан адар як вақт бо қорқард ва таҳияи он оғоз шуда буд. Соли 1958 дар ҷумҳурӣ алақай 53 НБОХ бо тавоноии 12 МВт фаъолият мекарданд, то соли 1978 бошад шумораи онҳо ба 69 адад расонида шуд. Вале бо сабаби ба энергетикаи қалон самтгирӣ шудан, барномаи сохтмони НБОХ дар ҷумҳурӣ қатъ карда шуда, дар аввали солҳои 90-уми дар асри гузаштаи ХХ дар истифодабарӣ танҳо 5 адад қарор дошту ҳалос.

Хато будани чунин қарордодро, ки ба арзёбии нокифоя асоснокшудаи муқоисавии самаранокии НБОХ ва НБО қалон таъя мекард, вақт нишон дод. Дар ин муқоисакуни хароҷоти капиталӣ ва истифодабарии танҳо ҳуди нерӯгоҳ, бе инобати хароҷотҳои нақлиётӣ ва тақсимкунии энергияи электрикӣ, ба ҳисобгирифта мешуд, ки дар шароити қуҳсори Тоҷикистон метавонад асосӣ ва муайянкунанда бошад.

Чуноне, ки дар боло гуфта шуд, тавачҷуҳ ба НБОХ дар Тоҷикистон аз нав дар аввали солҳои 90-уми асри ХХ эҳё шуд. Дар замони ҳозира дар Тоҷикистон барои танзим, ҳавасмандгардонӣ ва ташкили речаи имтиёзноки соҳаи сохтмон ва истифодабарии НБОХ, пакети пурраи ҳуҷҷатҳои қонунгузорӣ ва меърию ҳуқуқӣ, аз ҷумла: “Барномаи ҳамҷонибаи

мақсаднок барои истифодаи ҳамаҷояи истифодаи МБЭ, чун энергияи дарёҳои хурд, офтоб, бод, биомасса ва энергияи геотермалӣ” (Бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон 02 феввали соли 2007, №41 тасдиқ шудааст), “Барномаи дарозмуҳлати сохтмони НБОХ барои давраи солҳои 2009-2020 (Бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон 02 феввали соли 2009, №73 тасдиқ шудааст), “Барномаи миллии экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи солҳои 2009-2010 (Бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон 31 октябри соли 2009, №41 тасдиқ шудааст), Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия” амал менамоянд, ки барои рушди гидроэнергетикаи хурд заминаи ҳуқуқиро фароҳам овардаанд. Дар ҳамин асос солҳои соҳибистиклолӣ шумораи НБОХ аз 230 адад зиёдтар гардид.

Яке аз хусусиятҳои гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон ҳам дар он зоҳир мегардад, ки бо вучуди тавоноии кифоякунандаи НБО-и калон ва миёна, барои таъмини аҳолии мавзёҳои дурдаст ва душворгузари кӯҳии мамлакат зарурияти сохтмони НБОХ, инчунин мини ва микроНБО боқӣ мондааст.

Рушди гидроэнергетикаи хурд пеш аз ҳама аз нуқтаи назари имконоти диверсификатсияи он, истифодабарии самараноктар ва бисёрмақсадноки иқтидорҳои гидроэнергетикаи на танҳо дарёҳои калон, балки дарёҳои хурд, инчунин обанбору каналҳои ирригатсионӣ афзалиятҳои дарозмуҳлати иқтисодӣ дорад. Ин самт дар мамлакатҳои рушдёфта ва рушдёфтаистода, хусусан дар деҳот ва ноҳияҳои аз системаи энергетикӣ дур ҷойдошта, бо суръат ташаккул ёфта истодааст. Аз ҳамин лиҳоз, сохтмони нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ) дар минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон, ки дар ҳудуди он ҳавзаҳои дарёҳои фаромарзӣ ва маҷмӯъан зиёда 1200 дарёҳои калону хурд бо дарозии 14316 км мавҷуданд, инчунин, наздики 1300 кулҳои табиӣ бо масоҳати умумии 705 км<sup>2</sup> вучуд доранд, қариб 200 дарёчаву каналҳои сунъии барои обёрии соҳаи кишоварзӣ таъиншуда низ истифода мешаванд, дурнамои васеъи рушд дорад [3, 6].

Сарватҳои гидроэнергетикаи дарёҳои хурди Тоҷикистон бо миқдори 184,146 млрд.кВт.с дар як сол ва бо тавоноии муқарраршудаи 21057,0 ҳаз.кВт муаррифӣ мешаванд [3].

Дар замони ҳозира рушдигидроэнергетикаи хурд як қатор имкониятҳои зеринро доро мебошад [1, 4, 7]:

- захираҳои зиёди азхуднагардидаи гидроэнергетикӣ;
- мавҷудияти супоришҳо оид ба коркарди механизми дастгирии бозоргонии нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ);
- “даричаи имконот” барои ташаккулёбии фазои дилхоҳи меъёрӣ барои лоиҳаҳои НБОХ ;
- мавҷуд будани салоҳиятҳо ва таҷриба дар қисмати лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодабарӣ;
- тамоюли асосӣ дар олам-пастшавии субсидияҳо барои манбаъҳои барқароршавандаи энергия(МБЭ) ва гузариш ба созишномаҳо-

- контрактҳои ростакӣ бо харидорон, ки барояшон соҳиб шудан ба энергияи “сабз” дар бозорҳои хусусӣ афзалият медиҳад.

Гидроэнергетикаи хурд аз бисёр камбудии НБО-и калон озод буда, ҳамчун усули аз нуқтаи назари экологӣ беҳатар ва сарфақоронаи истеҳсоли энергияи электрикӣ эътироф гардидааст, хусусан ҳангоми истифодабарии обравҳои начандон калон.

Хусусияти дуҷуми гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон бошад аз мавҷудияти имконияти васеи истифодабарии иқтисодии гидроэнергетикаи дарёҳои хурд, обанбору каналҳои иригатсионӣ нисбати мамлакатҳои дигар, дар дастрасӣ ба маводҳои роғони сохтмонӣ ва минтақаҳои зиёди дорои обраву дарёчаҳо, инчунин обанборҳои каналҳои иригатсионӣ мебошад. (ҷадвали 4).

Дар асоси маълумотҳои Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Раёсати Иттиҳодияҳои ҳавзаи хоҷагиҳои об дар минтақаҳои Тоҷикистон, имкониятҳои гидроэнергетикаи каналҳои иригатсионие, ки дарозии умумиашон дар мамлакат зиёда аз 29000 километрро ташкил медиҳад ва аз ин ҷумла қариб 200 каналҳои магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон, ки зиёда аз 858 км дарозӣ доранд, барои сохтмони НБОХ, микроНБО ва миниНБО қариб, ки истифода нашудаанд. Дар сурати мусбат ҳал шудани ин масъала, чунин нерӯгоҳҳо барои бо энергияи электрикӣ таъмин намудани таҷҳизоти сарбандҳо ва маҳаллаҳои аҳолинишини ҳамшафати каналҳои магистралӣ ва дериватсионии амалкунанда ва гирду атрофи сарбандҳо, самаранок хизмат хоҳанд кард. Дар ҷадвали 2 маълумот оид ба каналҳои асосии магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон ба ҳолати то 01 ноябри соли 2022, оварда шудааст.

**Ҷадвали 4.-**Маълумот дар бораи каналҳои асосии магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон ба ҳолати то 01.11.2022

№ т/г	Номгуи каналҳо	Дарозӣ (км)	Ҳаҷми обгузаронӣ (м <sup>3</sup> /с)
Аз ҳавзаи дарёи Вахш			
1	Канали магистралӣ “Данғара”-и н. Данғара	2,5	50
2	Канали магистралӣ “Худҷорӣ”-и ш. Леваканд	8,5	8
3	Канали магистралӣ “Шӯробод”-и н.А.Ҷомӣ	6,7	40
4	Канали магистралӣ “Вахш” (то н. Ҷайхун)	28,3	211,6
5	Канали шоҳаи тарафи рост (аз н. Ёвон то н. А, Ҷомӣ ва Хуросон)	51,8	55
6	Канали шоҳаи тарафи чап(аз н. Ёвон то н. А, Ҷомӣ)	25,5	13
7	Канали пойгоҳи обкашии Гарутӣ-1	16	16
Ҷамъ		139,3	393,6
Аз ҳавзаи дарёи Панҷ			
1	Канали магистралӣ “Деҳқонобод” (аз н. Ҳамадонӣ то н. Фархор ва Восеъ)	17,2	150
2	Канали магистралӣ “Ҳалқаёр”(н.Панҷ)	8,5	25

Їамъ		25,7	177
Аз хавзаи дарёи Кофарниҳон			
1	Канали магистралии “Бешкент”(н.Шаҳритус ва Н.Хусрав)	34	60
2	Канали магистралии “Кубодиён”	22	46
Їамъ		56	106
Водии Ҳисор			
1	Канали калони магстралии “Ҳисор”	49,3	20
2	Канали магистралии “Гурет-1”	2,7	1,2
3	Канали магистралии “Гурет-2”	9,5	5,3
4	Канали магистралии “Янгиобод-1”	2	2
5	Канали магистралии “Янгиобод-3”	15,6	8
6	Канали магистралии “Ғозиён”	12,1	6,3
7	Канали магистралии “Чоряккорони нав”	6,9	2
8	Канали магистралии “Навобод”	9,1	2
Їамъ		107,2	47
Ноҳияи Лахш			
1	Канали “Пиёзӣ”	18	1,5
2	Канали “Чонқирғиз”	21	8
3	Канали “Чилондӣ”	5	0,5
4	Канали “Сарғало”	10	1
5	Канали “Ғулома”	35	3,5
6	Канали “Қарағонтала”	5,4	0,5
Їамъ		94,4	15
Ноҳияи Тоҷикобод			
1	Канали “Дараи Нушор”	9,5	1,5
2	Канали “Сари пул”	7,8	2
3	Канали “Фатҳобод”	10,2	1
4	Канали “Капалӣ”	8,5	1
5	Канали “Куклик”	3,5	1,5
6	Канали “Ланғари Шоҳ”	2,6	1
7	Канали “Қалъаи лаби об”	3	0,8
Їамъ		45,1	8,8
Ноҳияи Рашт			
1	Канали “Камчароғ”	22	1,2
2	Канали “Деги сиёҳ”	8	0,5
3	Канали “Ҳисорск-1”	8	0,5
4	Канали “Гамбарӣён”	6	0,5
5	Канали “Шӯрак”	11	0,5
6	Канали “Калонак”	5	1
7	Канали “50-солагии Тоҷикистон”	6	1,5
		66	5,7
Ноҳияи Нуробод			
1	Канали “Яҳак”	4,5	1
2	Канали “50-солагии Тоҷикистон”	21	3

Чамъ		25,5	4
Ноҳияи Сангвор			
1	Канали “Шакоб-Разок”	12	1
2	Канали “Пушти Шоҳ”	3,5	0,6
3	Канали “Хочаи Хулоз”	2	0,5
4	Канали “Сангвор”	3	0,5
5	Канали “Арғамкул”	4	0,5
6	Канали “Шитиён”	5	0,5
Чамъ		29,5	3,6
Ноҳияҳои ВМКБ			
1	Канали дериватсионии “НБО Помир-1”	3,22	40,4
2	Канали дериватсионии “НБО Хоруғ”	3,3	17,5
3	Канали дериватсионии “НБО Намангӯт”-и н.Ишкошим	3	7,1
4	Канали дериватсионии “НБО Техарв”-и н. Ванҷ	1,368	0,6
5	Канали дериватсионии “НБО Андарбек”-и н.Ванҷ	0,07	1,8
6	Канали дериватсионии “НБО Шуҷанд”-и н. Рушон	3,17	10,5
7	Канали дериватсионии “НБО Сипонҷ”-и н. Рушон	0,3	40,4
8	Канали дериватсионии “НБО Савноб”-и н. Рушон	0,2	0,1
9	Канали дериватсионии “НБО Тоҷикистон”-и н. Мурғоб	2,6	12
10	Канали дериватсионии “НБО Қалъаи Хум”	0,3	3,1
Чамъ		20,7	133,5
57	Ҷамағӣ	609,4	713,2

Мувофиқи талаботи Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016 – 2025, ба соҳаҳои идораи захираҳои об, беҳдошти замин ва обёрӣ, таъминоти оби нӯшокӣ дар солҳои 2016-2025 аз ҳисоби бучети мутамаркази ҷумҳуриявӣ фақат дар ҳаёти бучетҳои солонаи вазорату идораҳои дахлдор ба соҳаи об зиёда аз 200 млн. сомонӣ ва аз ҷониби шарикони рушд маблағгузориҳои зиёда аз 1,60 млрд. сомонӣ пешбинӣ шудаанд [3]. Аз ҳамин ҳисоб аққалан барои бунёди миниНБО ва микроНБО-ҳои ҷараёнӣ дар дарёҳои хурд, обанборҳо ва каналҳои барои обёрии кишоварзӣ таъингардидаи Тоҷикистон самаранок, яъне барои таъмини эҳтиёҷоти таҷизоти сарбандҳо ва аҳолии наздики онҳо бо энергияи электрикӣ, истифода бурдан мумкин аст, ки ба суръати ҷараёни об ва миқдори он, ки танҳо дар 6 моҳи соли 2022 аз сарбандҳои иншооти обгирии Раёсати болооби Иттиҳодияи ҳавзаҳои ҳоҷагии оби “Амударё” тавассути каналҳои магистралӣ зиёда аз 3,7 млрд м<sup>3</sup> равона карда шудааст ва онҳо ба ҳолати фауна таъсир намерасонанд. Бунёди ҷунин миниНБО ва микроНБО маблағҳои зиёдро талаб намекунад ва онҳо дар муҳлати кӯтоҳ сохта мешаванд.

Тибқи маводҳои Барномаи таҳлили системаҳои технологияҳои энергетикӣ-ETSAP ояндабинӣ ва нишондодҳои техникӣ-иқтисодии гидроэнергетикаи хурд ба тарзи зерин (ҷадвали 5) сурат хоҳад

гирифт. Ин таҳлил метавонад дар раванди лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодаи нерӯгоҳҳои барқи обии хурди дар минтақаҳои Тоҷикистон сохташаванда ба тарзи муфид истифода шавад.

**Ҷадвали 5. Ояндабинӣ ва нишондодҳои техникӣ-иқтисодии гидроэнергетикаи хурд**

Нишондодҳои техникӣ	Муайянкунии байналмилалӣ типҳои НБО		
	МикроНБО (то 1 МВт)	НБОХ (1-10 МВт)	НБО-и дигар (>10 МВт)
ЗКФ-и гидротурбина (%)	то 92	то 92	то 92
Муҳлати сохтмон (моҳ)	6-10	10-18	18-96
Муҳлати имкондоштаи истифодабарии НБО (сол)	то 100		
Зариби истифодабарии тавоноии муқарраршуда (ЗИТМҒКИУМ) (%)	40-60 (50)	34-56 (45)	34-56 (45)
Зариби сарбории НБО (%)	98	98	98
<b>Таъсиррасонӣ ба муҳити атроф</b>			
Партобҳои CO <sub>2</sub> дигар газҳои гулхонаӣ, (кг/МВт.с)	Ҷузъӣ		
<b>Хароҷот барои сохтмони НБО (аз рӯи нархҳои соли 2008, \$)</b>			
Арзиши инвеститсионӣ, бо инобати хароҷоти қорҳои сохтмонӣ (\$/кВт)	2500-10000 (5000)	2500-7500 (4500)	1750-6250 (4000)
Хароҷот барои истифодабарии хизматрасонӣ (муқайяд ва тағйирёбанда) (\$/кВт)	50-90 (75)	45-85 (65)	35-85 (60)
Муҳлати иқтисодии хизматрасонӣ (сол)	30		
Арзиши умумии энергияи электрикии истеҳсолшуда (\$/МВт.с)	55-185(90)	45-120(82,5)	40-110 (75)
Давраи ояндабинӣ	Соли 2010	Соли 2020	Соли 2030
Арзиши инвеститсионӣ, бо инобати хароҷоти қорҳои сохтмонӣ (\$/кВт)	5000 4500 4000	4500 4000 3600	4000 3600
Арзиши умумии энергияи электрикии истеҳсолшуда (\$/МВт.с)	90 82,5 75	81 75 67,5 73	67,5
Ҳиссаи энергияи	16-17	18-20	20-21

электрикии НБО дар бозори умумии электроэнергетикӣ (%)	
--	--

Ҳамин тавр, мумкин аст бигӯем, ки гидроэнергетикаи хурд дар дурнамои назаррас ҳамчун яке аз манбаъҳои аз ҳама муҳим ва рақобатпазири барқароршавандаи энергия боқӣ мемонад (ҷадвали 6).

**Ҷадвали 6.** Ҳиссаи гидроэнергетика, аз ҷумла энергетикаи хурд дар истеҳсоли энергияи электрикӣ дар ҷаҳон

Манбаъи энергия	Истеҳсоли энергияи электрикӣ (ТВт.с)		Ҳисса (%)		Суръати афзоиш (%)
	Соли 2006	Соли 2030	Соли 2006	Соли 2030	Солҳои 2007-2030
НБО-и калон	2725	4383	14,4	12,4	2
НБОХ	252	780	1,4	2,2	4,7

Аз ҳамин лиҳоз, Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ба рушди манбаҳои барқароршавандаи энергия, аз ҷумла НБОХ, тавачҷуҳи ҷиддӣ зоҳир менамояд. Истифодаи МБЭ барои истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон ҳамчун ҳадафи манфиатовари миллӣ эълон шудааст.

#### **Феҳристи адабиёт**

1. Анкудинов А.А., Коротков В.В., Сараева Г.И. Малая гидроэнергетика – эффективное средство повышения энергетической и экологической безопасности регионов России // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.
2. Абдулаева Ф.С., Баканин Г.В. и др. Гидроэнергоресурсы Таджикской ССР-Л. 1965 г.
3. Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016 – 2025
4. В.А. Ясинский, А.П. Мироненков, Т.Т. Сарсембеков Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ. Отраслевой обзор №14 © Евразийский банк развития (2011)
5. Маълумотҳои Агенсии байналмилалӣ манбаҳои барқароршавандаи энергия АБМБЭ-(IRENA), соли 2022
6. Нурмаҳмадов Ҷ.Н. Барқи оби Тоҷикистон. Захираҳо ва нақшаҳо-Душанбе, Эҷод, с.2005
7. Петров Г.Н., Ахмедов Х.М., Кабутов К., Каримов Х.С. Общая оценка ситуации в энергетике в мире и Таджикистане. Ресурсы возобновляемых источников энергии в Таджикистане и возможности их использования.-Изв. АН Республики Таджикистан. Отделение физ.-мат, хим., геол. техн.н., 2009, № 2, с. 101-111.

## 8. Принципиҳои Дастурии Конвенсияи ҷорҷубавии тағйирёбии иқлими СММ (КЧТИ-РКИК ООН) дар баҳши «Энергетика»-2020

### ЦЕЛИ И ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА

***Аннотация:** В данной статье представлены научно-исследовательские анализы и материалы о цели и особенности гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики Таджикистана, гидроэнергетический потенциал больших и малых рек, деривационных и магистральных каналов, больших и малых искусственных и природных водоёмов республики и целесообразности их использования для строительства больших и малых ГЭС, постепенное развитие гидроэнергетики Таджикистана на фоне спада уровня развития гидроэнергетики отдельных развивающихся стран мира, старения и износ многих плотин ГЭС стран мира и необходимость их реконструкции и ремонта, а также целесообразности развития малой гидроэнергетики мира и в том числе Республики Таджикистан, экономические, социальные и экологические преимущества и недостатки малых гидравлических станций (МГЭС) по сравнению с большими гидравлическими станциями (ГЭС).*

*Авторы на основе анализа данных Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан и Управления Объединений бассейна водных хозяйств в регионах Таджикистана рекомендуют эффективно использовать практически неиспользуемую возможность гидроэнергетического потенциала ирригационных каналов общей протяженностью которых составляет более 29000 километров и в том числе около 200 деривационных и магистральных каналов страны общей длиной 858 километров для строительства МГЭС, микроГЭИ и миниГЭС [3]. В случае положительного решения данного вопроса, такие электростанции могут быть использованы для энергоснабжения смежных с этими каналами населенных пунктов и водохранилищ. А также, предложено использовать анализ систем энергетических технологий-ETSAP, перспективы и технико-экономических показателей малой гидроэнергетики в процессе проектирования, строительства и эксплуатации малых гидроэлектростанций в различных регионах Таджикистана.*

***Ключевые слова:** мировая гидроэнергетика, гидроэнергетика, малая гидроэнергетика, первая построенная ГЭС, гидроэнергетические запасы, большие и малые реки, деривационные каналы, магистральные каналы, реформа водной отрасли, Агентство, Объединения, Управления, программа, Стратегия, экономические, социальные и экологические факторы, парниковые газы, экологическая безопасность*

### GOALS AND FEATURES OF HYDROPOWER, INCLUDING SMALL HYDROPOWER IN TAJIKISTAN

***Annotation:** This article presents research analyzes and materials on the purpose and characteristics of hydropower, including small hydropower in Tajikistan, the hydropower potential of large and small rivers, diversion and main canals, large and small artificial and natural reservoirs of the republic and the feasibility of their use for construction of large and small hydroelectric power stations, the gradual development of hydropower in Tajikistan against the backdrop of a decline in the level of development of hydropower in certain developing countries of the world, aging and wear and tear of many hydroelectric dams in countries around the world and the need for their reconstruction and repair, as well as the feasibility of developing small hydropower in the world and including the Republic of Tajikistan, economic, social and environmental advantages and disadvantages of small hydraulic power plants (SHPP) compared to large hydraulic power stations (HPP).*

*The authors, based on an analysis of data from the Ministry of Energy and Water Resources of the Republic of Tajikistan and the Office of Water Basin Associations in the regions of Tajikistan, recommend effectively using the practically untapped hydropower potential of irrigation canals with a total length of more than 29,000 kilometers, including about 200 derivation and main canals of the country's total 858 kilometers long for the construction of small hydroelectric power stations, mikoGEI and mini hydroelectric power stations [3]. If this issue is resolved positively, such power plants can be used to supply energy to settlements and reservoirs adjacent to these canals. And also, it was proposed to use an analysis of energy technology systems - ETSAP, prospects and technical and economic indicators of small hydropower in the process of design, construction and operation of small hydropower plants in various regions of Tajikistan.*

**Keywords:** world hydropower, hydropower, small hydropower, the first hydroelectric power station built, hydropower reserves, large and small rivers, diversion canals, main canals, water industry reform, Agency, Associations, Directorates, program, Strategy, economic, social and environmental factors, greenhouse gases, environmental safety.

## **УСУЛ ВА РОҶҶОИ БАРТАРАФКУНИИ НОРАСОИИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКИИ НБО ДАР ТОҶИКИСТОН**

**Ализода А.А.<sup>1</sup>, Абдурахмонов А.Я.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон,

<sup>2</sup>Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ

**Аннотатсия:** Дар ин мақола дар асоси таҳқиқот ва таҳлилу муқоисаҳо дар бораи захираҳои гидроэнергетикаи Тоҷикистон ҳамчун пояи асосии энергетикаи мамлакат, рушди бемайлоии истеҳсоли энергияи электрикӣ дар НБО, усул ва роҳҳои бартараф намудани норасоии энергияи электрикӣ дар нерӯгоҳҳои обии барқӣ (НБО) истеҳсолишаванда, таъмини аҳоли ва ҳамаи соҳаҳои хоҷагии халқ бо энергияи электрикӣ босифат ва нисбатан арзон, маводҳои таҳлили илмию таҳқиқотӣ, аз ҷумла, усули истифодабарии фурузонакҳои каммасраф бо мақсади истифодаи самараноки нерӯи барқ имконият дод, ки аз соли 2010 сар карда, ҳар сол аз 900 млн. то 1млрд. киловатт-соат нерӯи барқ сарфа карда шавад, инчунин, истифодабарии манбаҳои алтернативии энергия: ангиштсанг, нефт, газ, энергияи офтоб, бод ва биогаз, истифодаи яке аз роҳҳои дигари бартарафкунии норасоии энергияи электрикӣ метавонад ворид сохтани он аз малакатҳои ҳамсоя, бунёди НБО-ҳои нав, коҳиши додан ва бартараф намудани норасоии энергияи электрикӣ аз ҳисоби энергиясарфакунӣ, пешниҳод шудаанд.

Тибқи таҳлили маълумоти идораи омили мамлакат муаллифони мақола тавсия додаанд, ки дар раванди бартарафкунии норасоии энергияи электрикӣ ва сарфанамоии он, истифодаи таҷрибаи ҷаҳонии муайян намудани истифода сатҳи зиндагии аҳоли аз рӯи паритети (баробарии) қобилияти харидории (ПҚХ) одамон [6], ки барои мамлакатҳои, ки иқтисодиёташон дар давраи гузариш қарор дорад (мисли Тоҷикистон), натиҷаҳои хеле хубтар ва фақунанда дорад. Масалан, соли 1991 ПҚХ дар Тоҷикистон ба 970 доллар, соли 2001-ум 1170 доллар, 2011-ум 2497 доллар баробар бошад, пас ин нишондод соли 2021-ум 4288 доллара ташиқил дод, ки аз маълумотҳои омории расмӣ зиёда 2, 9 маротиба зиёд аст. Инро дар он ҳолат мушоҳида кардан мумкин аст, ки дар Тоҷикистон айни ҳол бо як музди миёнаи моҳона (музди миёнаи моҳона дар моҳи июли соли 2022, ки баробари 1711,3 сомони мебошад) 6455 кВт/с энергияи электрикӣ харидорӣ кардан мумкин аст, ки аз нишондоди давлатҳои Белорус, Словения, Эстония, Чехия, Португалия, Полия, Словакия, Венгрия, Латвия, Литва, Булгария, Руминия ва Молдова зиёдтар мебошад

*Калидвожаҳо: захираҳои потенциалии энергияи обӣ, сӯзишворӣ, самараноки энергияи электрикӣ, ангиштсанг, нефт, газ, энергияи офтоб, бод, биогаз, талафёбии энергия, сарфакунии энергия, паритети қобилияи харидорӣ (ПҚХ), тариф барои электроэнергия, рушди энергетика.*

Тоҷикистон аз рӯи захираҳои потенциалии энергияи обӣ дар ҷаҳон баъди Чин, Россия, ИМА, Бразилия, Заир, Ҳиндустон ва Канада ҷойи ҳаштумро ишғол мекунад. Он чӣ, ки ба нишондодҳои нисбӣ дахл дорад, пас аз рӯи потенциали гидроэнергетикӣ ба ҳар сари аҳоли (87,8 ҳазор кВт.с.сол/нафар) ҷумҳурӣ амалан бо давлати Норвегия ҷойҳои якуму дуюмро баробар тақсим менамояд, аз рӯи потенциали гидроэнергетикӣ ба як километри ҳудуд бошад, ҷумҳурӣ дар ҷаҳон ҷойи аввалро ишғол менамояд (3682,7 ҳаз.кВт.с.сол/км<sup>2</sup>).

Баъди энергияи об (гидроэнергия) ягона намуди сӯзишворие, ки захирааш барои иқтишоф ва истихроҷ дар миқёси саноатӣ дар Тоҷикистон кифоя аст, ангиштсанг мебошад, ки захираи умумии он 4,5 млрд т. арзёбӣ мешавад. Вале дар шароити муосир системаи энергетикӣ Тоҷикистон зиёда аз 98% ба гидроэнергетика таъя мекунад. Дар ин росто захираҳои гидроэнергетикӣ дар тамоми ҳудуди ҷумҳурӣ амалан баробар тақсим шуда, на танҳо дар дарёҳои калон, балки дар дарёҳои хурд низ ба миқдори кифоя вучуд доранд.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар баробари бунёди манбаъҳои нави энергетикӣ, ҳамчунин ба истифодаи сарфачӯёнаву самараноки энергия эътибори хосса дода мешавад. Дар ин самт Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия” қабул ва ҳамчунин Фармони Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи тадбирҳои иловагии истифодаи сарфачӯёнаи энергия” ба имзо расидааст. Бо мақсади истифодаи самараноки энергияи электрикӣ қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба манъ намудани истифодаи лампаҳои аъъанавии тафсон ва гузариш ба фурузонҳои каммасрафи барқӣ қабул гардида буд. Бо мақсади дар амал татбиқ намудани қарори мазкур дар ҳудуди кишвар чор корхонаи истеҳсоли лампаҳои каммасрафи барқӣ ва нуқтаҳои қабули лампаҳои каммасрафи барқии корношоямгардида ташкил гардиданд. Дар натиҷа аз соли 2010 саркарда гузариш ба фурузонҳои каммасраф имкон дод, ки ҳар сол аз 900 млн. то 1млрд. киловатт-соат нерӯи барқ сарфа карда шавад [5].

Дар маҷмӯъ айни ҳол барои бартароф намудани норасоии барқ боз як қатор роҳҳо ва усулҳо мавҷуданд. Яке аз чунин роҳҳо истифодабарии манбаҳои алтернативии энергия: ангиштсанг, нефт, газ, энергияи офтоб, бод ва биогаз ба ҳисоб меравад. Вале арзиши 1 тонна ангишт имрӯз дар Тоҷикистон нисбати 10 соли пештар ба маротиб афзуда, аз 180 то 270 доллари ИМА-ро ташкил медиҳад, ки ба 21 сент барои 1 кВт.с. рост меояд ва аз арзиши имрӯзаи энергияи электрикӣ 7,9 маротиба зиёд мебошад. Ҳолати монанд инчунин бо истифодаи газ ба вучуд омадааст. Зимни арзиши имрӯзаи газ, ки дар 10 соли охир дар Тоҷикистон аз 240 то 650 долл. ИМА барои 1000 м<sup>3</sup> афзудааст, арзиши як киловатт-соати аз вай ба даст омада ба 18 сент

баробар аст. Ин аз арзиши имрӯзаи энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон (2,66 сент/кВтс.) 6,7 маротиба зиёдтар мебошад. Аз ҳамин сабаб аҳоли ин манбаҳои энергияро хеле кам истифода мекунанд.

Аз таҳлили болоӣ маълум мешавад, ки ҷалби воқеии манбаҳои алтернативии энергия-ангишт ва газ танҳо дар ҳолати наздику баробаргардонии арзиши онҳо бо арзиши энергияи электрикӣ имкон дорад. Азбаски соҳаи ангишту газ имрӯз алақай бо шарту шароити бозоргонӣ кор карда истодаанд ва паст кардани арзиши маҳсулоти онҳо дар гумон аст, пас ҳамчун варианти ягона ин баланд бардоштани тарифи энергияи электрикӣ мумкин аст.

Яке аз роҳҳои дигари бартарафкунии норасоии энергияи электрикӣ метавонад ворид сохтани он аз малакатҳои ҳамсоя бошад. Чунин имконият аз диди он, ки дар ин мамлакатҳо тавоноҳои зиёдатӣ мавҷуданд, имрӯз ҳақиқати воқеӣ дорад-тавоноҳои зиёдатӣ дар Қазоқистон ва Туркменистон мушоҳида мешаванд. Вале чунин воридот танҳо дар ҳолате имкон дорад, ки агар тариф барои энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон аз тариф ба энергияи электрикии дар ин мамлакатҳо истеҳсолшаванда кам намешавад, чунки Ширкати давлатии энергетикӣ наметавонад энергияи электрикии истеҳсоли худиро нисбати энергияи электрикии харидоришаванда арзон фурӯшад, дар акси ҳол вай метавонад муфлис гардад.

Тибқи маълумоти [globalpetrolprices](http://globalpetrolprices.com) аз 22 юни соли 2022 арзиш барои энергияи электрикӣ дар мамлакатҳои ҳамсояи Тоҷикистон, аз ҷумла Қазоқистон ба миқдори 0,043 доллари ИМА, Ўзбекистон-0,026, Қирғизистон-0,010 ва Туркменистон- 0,0725 долл. ИМА муқаррар шуда буд, ки ба ҳисоби миёна 0,0963 доллар ва ё 9,63 сент/кВт.соатро ташкил медиҳад [6].

Дар Тоҷикистон бошад, дар асоси Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 31 августи соли 2022, № 449, аз 01 октябри соли 2022 тарифи энергияи электрикиро барои аҳоли ба андозаи 26, 52 дирам ва ё 2,6 сент/кВт.соат муқаррар намуд.

Ҳамин тавр, дар ҳолати ба Тоҷикистон аз мамлакатҳои болозикр ворид сохтани энергияи электрикӣ, арзиши он бо инобати арзиши интиқоли транзитӣ метавонад аз нишондоди тариф дар Тоҷикистон хеле баланд бошад.

Яъне, варианти аз хориҷа ворид сохтани энергияи электрикӣ ҳам танҳо ҳангоми баланд кардани тариф дар Тоҷикистон имкон мегардад.

Роҳи дигари бартараф намудани норасоии энергияи электрикӣ ин бунёди нерӯгоҳҳои барқии нав, пеш аз ҳама НБО мебошад. Чунин сохтмон метавонад бо вариант сурат бигирад: ё аз ҳисоби даромадҳои ширкати энергетикӣ ва ё аз ҳисоби ҷалби сармояи хориҷӣ. Вале ҳарду вариант ҳам танҳо тавассути баланд бардоштани тариф ба энергияи электрикӣ имкон доранд. Сохтмони НБО-и нав аз ҳисоби даромадҳои ширкати энергетикӣ зимни тарифи баробари 1,5-2,0 сент/кВт.соат будан имкон дорад. Агар НБО-и нав аз ҳисоби сармояи хориҷӣ сохта шавад, пас арзиши аслии он аз 3,0 сент/кВт.соат кам нахоҳад гашт [1].

Дар катори роҳҳои дар болозикрефта, чиҳати хеле коҳиш додан ва бартараф намудани норасоии энергияи электрикӣ аз ҳисоби энергиясарфакунӣ низ дар амалияи ҷаҳонӣ истифода мешавад. Ин усул ба воситаи амалигардонии барномаи энергиясарфакунӣ иҷро мешавад, ки он аз ҳисоби баланд бардоштани тарифҳо ва ё аз ҳисоби татбиқи технологияи энергиясарфакунанда, ки маблағгузориҳои калонро талаб менамояд, иборат мебошад.

Аз таҳлили ҳамаи роҳҳои баёншуда хулоса баровардан мумкин аст, ки бартараф намудани норасоии энергияи электрикӣ ва истифодабарии мӯътадили системаи энергетикӣ, чиҳати таъмини эътимоднокӣ ва бехатарии он, ҳамчунин рушди дилхоҳи ояндаи системаи энергетикӣ ба як маъно баланд кардани тарифҳои имрӯз вучуддоштаро барои энергияи электрикӣ талаб менамоянд.

Боли ин, бояд, қайд карда шавад, ки имрӯз дар ҷумҳурӣ ҳолати боздоштани баландшаваии тарифҳо хеле сунъиянд. Ин асосан ба истеъмоли энергияи электрикӣ аз ҷониби аҳоли алоқаманд аст. Имрӯз истеъмоли энергияи электрикӣ нисбати солҳои 80-уми асри гузаштаи ХХ 4-5 маротиба афзудааст.

Агар яке аз сабабҳои чунин нишондод мавҷуд набудани ҳисобу китоби бозэтимод бошад, сабаби дигараш талафоти бо ном техникӣ ва тичоратӣ мебошад, ки онро ҳам ба аҳоли мансуб медоранд. Тибқи маълумотҳои Ширкати давлатии энергетикӣи Тоҷикистон бузургии талафоти энергияи электрикӣ ҳамасола дар ҳудуди каме зиёдтар аз 15-16% нишон дода шудааст, вале воқеан ин рақам зиёдтар аст. Дар асоси маълумоти Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон бошад, иқтидори афзоиши самаранокии технологӣ ва сарфаи энергия дар баҳши саноатии кишвар 25 – 30% – ро ташкил медиҳад [5].

Мақоми давлатӣ чиҳати назорати сарфаи энергия ва истифодабарии самаранокии энергия, Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки бо Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи сарфаи энергия ва истифодаи самаранок” ваколатдор шудаанд, дар ташкил ва дастгирии ташаббусҳои марбут, баланд бардоштани самаранокии энергия ва рушди манбаъҳои барқароршавандаи энергия нақши ҳалкунандаро мебозад [5].

Чуноне, ки дар Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба Маҷлиси Олии мамлакат рӯзи 23 декабри соли 2022 қайд гардид, ки хароҷоти энергияи электрикӣ дар 10 моҳи соли 2022-юм 20,4%-ро ташкил додааст. Ҳамзамон Пешвои миллат ба Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Ҷамъияти аксионерии “Шабакаҳои тақсимоти электрикӣ” дастур доданд, ки бо истифода аз лоиҳаҳо талафёбии энергияи электрикиро ба маблағи 2,4 млрд. сомонӣ таъмин кунанд ва то охири соли 2025 сатҳи талафоти энергияи электрикиро то 9% паст кунанд [2].

Муқобилони баланд кардани тариф барои энергияи электрикӣ камбизоатии аҳолиро далел меоранд ва ҳаминро асоси напардохтани энергияи истеъмолшуда мешуморанд. Вале онҳо ба худ савол намедиҳанд, ки

Тоҷикистон кайҳо боз ба иқтисоди бозоргонӣ гузаштааст ва ҳамаи молҳову хизматрасониҳо бо нархҳои бозоргонӣ иҷро мешаванд, пас барои чӣ энергияи электрикӣ ҳам ҳамчун мол ба аз нигоҳи бозоргонӣ харидорӣ нагардад?

Имрӯз пардохт нашудани маблағҳои энергияи электрикии истеъмолшуда

ҷавоби оқилонаю одилона надорад. Дар Тоҷикистон соли 2021, тибқи омили Ширкати энергетикӣ давлатӣ, истеъмоли энергияи электрикӣ аз ҷониби аҳоли тахминан аз 5 млрд.кВт.соатро ташкил додааст [3].

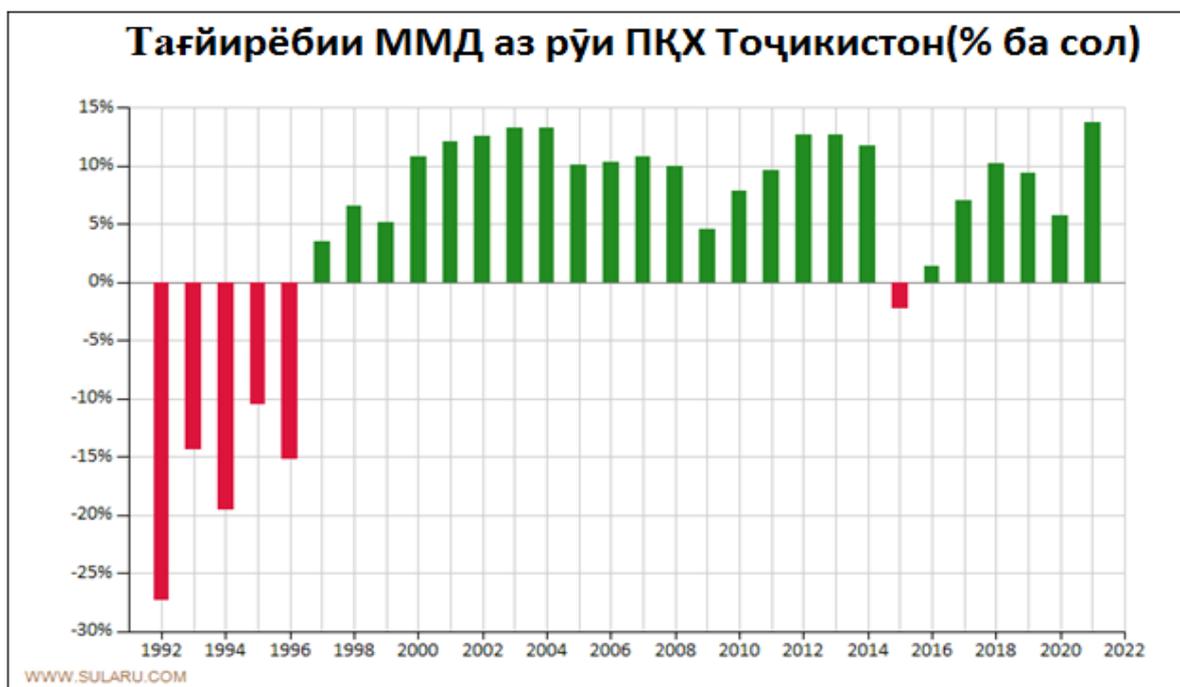
Бо инобати шумораи аҳолии Тоҷикистон, ки соли 2022-юм ба 10, 08 миллион баробар шудааст ва тариф барои энергияи электрикӣ, ки бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 31 августи соли 2022, № 449, аз 01 октябри соли 2022 барои аҳоли ба андозаи 26,52 дирам ва ё 2,6 сент/кВт.соат муқаррар гардидааст, хароҷоти як оила барои истеъмоли энергияи электрикӣ дар як моҳ баробар мешавад ба:

$$\frac{5 \text{ млрд. кВт. с} \times 2,6 \frac{\text{сент}}{\text{кВт. с}} \times 5 \text{ одам/оила}}{10,08 \text{ млн. одам} \times 12 \text{ моҳ}} = 5,4 \frac{\text{долл}}{\text{моҳ}} = 59,2 \text{ сомони}$$

Агар ин рақамро нисбати музди меҳнати миёна дар соли 2016, ки дар Тоҷикистон ба 31,2 долл/ моҳ баробар буд, гирем, ин 17,3%-ро ташкил медиҳад, вале агар нисбати музди миёнаи моҳи июли соли 2022 гирем, ки дар гузориши Вазорати меҳнат, муҳоҷират ва шуғли аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба миқдори 1711,3 сомони нишон дода шудааст[4], пас ин ҳамагӣ 3,4%-ро ташкил медиҳад. Ин ҳолат чунин маъно дорад, ки қобилияти пардохткунӣ аҳоли имрӯз имкон медиҳад, ки чунин хароҷотро пардохт кунанд.

Ба ҳисобкунӣҳои дар боло овардашуда мумкин аст илова кунем, ки арзёбии дараҷаи камбизоатӣ дар Тоҷикистон имрӯз як миқдор шартӣ мебошад. Вай ба бузургии ММД асос гирифтааст, ки тибқи омили расмӣ аз рӯи курси бонкии асъори миллӣ ба доллари ИМА ҳисоб карда мешавад. Масалан, соли 1994 ба ҳар сари аҳоли 360 доллар ва соли 2001 бошад 109 долларро ташкил дода будааст. Соли 2022 бошад ин нишондод ба зиёда аз 1164 доллари ИМА баробар шуд.

Вале дар таҷрибаи ҷаҳонӣ сатҳи зиндагии аҳоли аз рӯи паритети (баробарии) қобилияти харидорӣ (ПҚХ) одамон арзёбӣ карда мешавад [6], ки барои мамлакатҳое, ки иқтисодӣташон дар давраи гузариш қарор дорад(мисли Тоҷикистон), натиҷаҳои хеле фақунандаро медиҳад. Масалан, соли 1991 ПҚХ дар Тоҷикистон ба 970 доллар, соли 2001-ум 1170 доллар, 2011-ум 2497 доллар баробар бошад, пас ин нишондод соли 2021-ум 4288 долларро ташкил дод, ки аз маълумотҳои омили расмӣ зиёда 2, 9 маротиба зиёд аст. Диаграммаи тағйирёбии ММД аз рӯи ПҚХ Тоҷикистон (% ба сол) чунин шакл дорад (расми 1):



**Расми 1.** Диаграммаи тағйирёбии ММД аз рӯи ПҚХ Тоҷикистон

Ҳамаи таҳлилҳои дар боло овардашуда зарурати баландкунии тарифҳо барои энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон, исбот менамоянд. Ин ҳам барои бартараф намудани норасоии барқ ва ҳам барои эҳёи иқтисодиёт, баланд бардоштани самаранокии истифодабарии пояи асосии он-энергетика, талаб карда мешавад. Имрӯз нишондиҳандаи асосии самаранокии иқтисодиёти милли-электроғунҷоиш дар сатҳи пасттарин, ҳатто аз сатҳи солҳои 1990 қарор дорад, ки дар навбати худ ин нишододи соли 1990 ҳам дар ҳамон замон дар муқоиса бо дигар мамлакатҳо хеле кам будааст. Масалан, соли 2021 энергияистеъмолкунии корхонаи алюминийи тоҷик-ТАЛКО аз пастравии истеҳсолот нисбати соли 1990 тахминан 2 млрд.кВт.с ва ё чор маротиба кам шудааст. Соли 2021 энергияистеъмолкунии аҳолии бошад 5 млрд кВт.соатро ташкил додааст, ки нисбати соли 1990 зиёда аз се маротиба зиёд мебошад [7]. Баланд бардоштани тарифҳо яқбора ҳамаи усулҳои дар боло номбаршудаи бартараф намудани норасоии барқро ба қор дароварда, ҳамзамон барои рушди устувори гидроэнергетикаи ҷумҳурий ва содироти энергияи электрикӣ баландфоидаи тоҷик ба мамлакатҳои дигар, шароит ба вучуд меоварад.

Имрӯз дар Тоҷикистон аз ҷониби аксарияти онҳое, ки ба фурӯши энергияи электрикӣ сару қор доранд, баланд бардоштани тарифҳоро ҳамчун василаи бад шудани зиндагии аҳолии ҳисобида мешавад, агарчи ногузиру ҳатмӣ бошад ҳам. Гап дар он аст, ки баланд бардоштани тарифҳо барои энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон танҳо бо ин мақсад не, балки барои зиёдтар намудани сатҳи он мебошад, ки дар муқоиса бо нишондодҳои ҷаҳонӣ дар сатҳи хеле ва хеле паст қарор дорад. Дар ин ҳолат барои баланд намудани тарифе, сухан меравад, ки дар Тоҷикистон бузургиаш аз бузургии тарифҳои амалкунандаи мамлакатҳои рушкарда ва рушдкунанда бисёр маротиба камтар мебошад (ҷадвали 1).

Дар Тоҷикистон айни ҳол бо як музди миёнаи моҳона (музди миёнаи моҳона дар моҳи июли соли 2022, ки баробари 1711,3 сомони мебошад) 6455 кВт/с энергияи электрикӣ харидорӣ кардан мумкин аст, ки аз нишондоди давлатҳои Беларус, Словения, Эстония, Чехия, Португалия, Полша, Словакия, Венгрия, Латвия, Литва, Булғория, Руминия ва Молдова зиёдтар мебошад (расми 2).

Пеш аз ҳама бояд дар назар дошт, ки сатҳи зиндагии аҳоли на он миқдоре аз арзиши энергияи электрикӣ вобаста мебошад, ки аз самаранокии истифодабарии он вобаста аст [8].

**Ҷадвали 1.** Арзиши 1 кВт.соат энергияи электрикӣ дар мамлакатҳои гуногуни ҷаҳон дар соли 2022

№ т/т	Номгуи мамлакатҳо	Арзиши 1кВт.с бо рубли Россия	Арзиши 1кВт.с бо сомони Тоҷикистон	Дар муқоиса бо арзиши 1 кВт.с дар Тоҷикистон (0,2651 сомони/кВт.с) (чанд маротиба зиёд?)
1	Россия	4,80	0,72	2,7
2	ИМА	9,80	1,48	5,6
3	Бразилия	11,60	1,75	6,6
4	Австралия	12,90	1,94	7,3
5	Япония	13,80	2,08	7,8
6	Чин	4,64	0,699	2,6
7	Ҳиндустон	4,46	0,672	2,5
8	Туркия	4,20	0,633	2,4
9	Ҷумҳурии Африқои Ҷанубӣ, Мадагаскар	9	1,36	5,1
10	Канада	7	1,05	3,9
11	Колумбия	7,6	1,14	4,3
12	Венесуэла	10,50	1,58	5,9
13	Полша	10,50	1,58	5,9
14	Франсия	11,50	1,73	6,5
15	Юнон	11,70	1,76	6,6
16	Словакия, Словения, Руминия	11,75	,77	6,7
17	Португалия	14,80	2,23	8,4
18	Шветсия	17	2,56	9,6
19	Ирландия	17,70	2,67	10,1
20	Чехия	18,60	2,80	10,5
21	Италия	19,20	2,89	10,9
22	Австрия	19,40	2,93	11,01
23	Литва ва Эстония	19,50-20,00	3,01	11,3
24	Британияи кабир, Испания, Нидерландия	20,10-20,20	3,04	11,5
25	Белгия	25,60	3,86	14,5
26	Олмон	27,60	4,16	15,7

27	Дания	29	4,37	16,5
----	-------	----	------	------

**Эзоҳ:** Соли 2022 арзиши миёнаи Ҷаҳонии 1 кВт.с энергияи электрикӣ ба 8,67 рубли Россия ва ё 1,31 сомони Тоҷикистон баробар буд (тибқи маълумоти GlobalPetrolPrices.com), ки дар муқоиса бо нишондоди Тоҷикистон (0,2651 сомонӣ барои 1 кВт.с) 4,9 маротиба зиёд аст.



**Расми 2.** Бо як музди моҳонаи миёна дар мамлакатҳои Аврупо чанд кВт.с энергияи электрикӣ харидорӣ намудан мумкин аст.

Хулоса, баланд кардани тариф на ба хотири худи маъноии баландбардории тариф ва на ба бо мақсади зиёдшавии даромади молиявии ширкати энергетикӣ буда, балки дар маҷмӯъ бояд ҳамчун воситаи рушди иқтисодии мамлакат қабул шавад ва танҳо дар ҳамин ҳолат самаровар мегардад. Аз ҳамин лиҳоз раванди баландкунии тариф бояд бо мониторинги натиҷаҳои он ҳамрадиф бошад. Индикатори натиҷаи баландкунии тарифҳо метавонад таносуби динамикаи рушди ММД ба ҳар сари аҳоли ба динамикаи рушди тарифҳо ва ё таносуби динамикаи рушди даромадҳои аҳоли ба динамикаи рушди тарифҳо бошад.

Тартиби мазкури муайянкунии тарифҳо барои энергияи электрикии системаи энергетикӣ пурра барои НБОХ ҳам таалуқ дорад [44], вале танҳо бо шарте, ки хароҷот барои истифодабарии онҳо ба хароҷоти инвестиционии сохтмон шомил карда намешавад. Дар ин ҳолат, НБО бефоида буда, арзиши энергияи истеҳсолкардаи онҳо барои аҳоли дастнорас мегардад. Вақте, ки чунин ваъият рух медиҳад, барои дастгирии кишри камбизота ҷома масъалаи дотатсияи онҳо бояд баррасӣ гардад. Чунин механизми ҷубронкунии истеъмолоти энергияи электрикӣ солҳои 2005-2015 дар Тоҷикистон амал мекард.

### Феҳристи адабиёт

1. Азим Иброхим., Петров Г.Н., Леонидова Н.В. Промышленное использование малой гидроэнергетики в Таджикистане. Горный журнал. Специальный выпуск. Москва, 2004 г, с. 40-43.
2. Андреев А.Е. и др. Гидроэлектростанции малой мощности: Учеб. пособие / Под. Ред. Елистратова В.В. Спб.: Изд-во Политехн. Ун-та. – 2005. – 432 с.
3. Абдуллоева Ф.С., Баканин Г.В. и др. Гидротехнические ресурсы Таджикской ССР.-Л.: Недра, 1965.-235с.
4. Аверьянов В.К., Карасевич А.М., Федяев А.В. Проблемы малой энергетики: современное состояние и перспективы развития. Том 1, 2.-М.: ИД “Страновое РЕВЮ”, 2008.-321 с.
5. Авазов Т.А., Петров Г.Н. Об ва энергия. Мавқеи Тоҷикистон дар тақсими захираҳои оби Осиёи Марказӣ. Бунёди байналмилалӣ наҷоти Арал. Душанбе. 2003 с. 100 с.
6. Анкудинов А.А., Коротков В.В., Сараева Г.И. Малая гидроэнергетика – эффективное средство повышения энергетической и экологической безопасности регионов России // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.
7. Андреев А.Е. и др. Гидроэлектростанции малой мощности: Учеб. пособие / Под. Ред. Елистратова В.В. Спб.: Изд-во Политехн. Ун-та. – 2005. – 432 с.
8. Ануриев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т.2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.И. Жестковой. – М.: Машиностроение. – 2001. – 920 с.
9. Петров Г.Н., Ахмедов Х.М. Малая гидроэнергетика Таджикистана. Душанбе: Дониш, 2010-180 с.

## **МЕТОД И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ НЕХВАТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ГЭС ТАДЖИКИСТАНА**

***Аннотация:** В этой статье на основе исследований, анализов и сравнений предложены материал о состоянии гидроэнергетического потенциала Таджикистана, как основа фундамента энергетики страны, неуклонного развития производства электрической энергии вырабатываемой на гидравлических электростанциях (ГЭС), а также предложены методы и пути преодоления нехватки этой энергии, обеспечения населения и всех отраслей народного хозяйства качественной и сравнительно дешевой электроэнергией, научно-исследовательскими материалами, в том числе, метод использования маломощных лампочек с целью эффективного потребления электроэнергии, который способствовало начиная с 2010 года сэкономить ежегодно от 900 млн. до 1 млрд. киловатт.часов электрической энергии, использования возобновляемых источников энергии как: уголь, нефть, газ, энергия солнца, ветра и биогаз, применения одним из других путей преодоления нехватки электрической энергии, который считается транспортировка электроэнергии из других соседских стран, возведения новых ГЭС, уменьшения и преодоления нехватки электрической энергии за счет энергосбережения.*

*На основе анализа данных органов статистики страны авторы статьи рекомендуют, что в процессе преодоления нехватки электроэнергии и её сбережения, использования мирового опыта определения жизненного уровня населения по паритету покупательной способности человека (ППС) [6] для стран экономика которых находится в*

переходном периоде (на примере Таджикистана), имеет положительный результат. Например, если в 1991 году ППС в Таджикистане равнялась 970 долларам, 2001 году 1170 доллар, 2011 году 2497 долларам баробар бошад, то этот показатель в 2021 году составила 4288 долларов, что по сравнению с официальными статистическими данными более чем 2, 9 раза больше. Этого можно наблюдать в том положении, что в Таджикистане в настоящее время одной среднемесячной зарплатой (среднемесячная заработная плата в июле месяце 2022 года составила 1711,3 сомони) можно покупать 6455 кВт.часов электрической энергии, которая больше аналогичных показателей населения таких стран как Белорус, Словения, Эстония, Чехия, Португалия, Польша, Словакия, Венгрия, Латвия, Литва, Болгария, Румыния и Молдова.

**Ключевые слова:** потенциальные запасы водной энергии, топливо, эффективность электрической энергии, уголь, нефть, газ, энергия солнца, ветраи и биогаз, потери энергии, энергосбережения, паритет покупательной способности (ППС), тариф на электроэнергию, развития энергетики.

## METHOD AND WAYS OF OVERCOMING THE SHORTAGE ELECTRICITY HPP OF TAJIKISTAN

**Annotation.** In this article, based on research, analysis and comparisons, material is proposed on the state of the hydropower potential of Tajikistan, as the basis of the foundation of the country's energy sector, the steady development of the production of electrical energy generated at hydraulic power plants (HPPs), as well as methods and ways to overcome the shortage of this energy and provide the population with and all sectors of the national economy with high-quality and relatively cheap electricity, research materials, including the method of using low-power light bulbs for the purpose of efficient electricity consumption, which has helped to save annually from 900 million to 1 billion kilowatt-hours of electric power since 2010 energy, the use of renewable energy sources such as: coal, oil, gas, solar energy, wind and biogas, the use of one of the other ways to overcome the shortage of electrical energy, which is the transportation of electricity from other neighboring countries, the construction of new hydroelectric power stations, reducing and overcoming the shortage of electrical energy due to energy saving.

Based on the analysis of data from the country's statistical bodies, the authors of the article recommend that in the process of overcoming the shortage of electricity and saving it, using world experience in determining the living standard of the population based on human purchasing power parity (PPP) [6] for countries whose economies are in a transition period (using the example Tajikistan), has a positive result. For example, if in 1991 the PPP in Tajikistan was \$970, in 2001 it was \$1170, and in 2011 it was \$2497, then this figure in 2021 was \$4288, which is more than 2.9 times more than official statistics. This can be observed in the fact that in Tajikistan currently, with one average monthly salary (the average monthly salary in July 2022 was 1711.3 somoni) you can buy 6455 kWh of electrical energy, which is more than the same indicators for the population of countries such as Belarus, Slovenia, Estonia, Czech Republic, Portugal, Poland, Slovakia, Hungary, Latvia, Lithuania, Bulgaria, Romania and Moldova.

**Keywords:** potential water energy reserves, fuel, electrical energy efficiency, coal, oil, gas, solar energy, wind and biogas, energy losses, energy saving, purchasing power parity (PPP), electricity tariff, energy development.

## АЛОҚАМАНДИИ ЭНЕРГИЯСАМАРАНОКИИ БИНОҶО БО ҲАЛЛИ ҲАҚМИВУ ТАРҲИИ ОНҶО

Амирзода О.Х.<sup>1</sup>, Ҳасанов Н.Н.<sup>2</sup>, Каримов Н.М.<sup>1</sup>, Ҳасанов Ф.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

<sup>2</sup>Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

**Аннотация:** Дар мақолаи мазкур ба алоқамандӣ ва вобастагии энергиясамаранокӣ биноҳо ба ҳалли тарҳию ҳаҷмии онҳо баррасӣ ва мавриди таҳлил қарор дода шудааст.

Сарфачӯӣ ва самаранокӣ энергия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (ҶТ), хусусан ҳангоми лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодарии биноҳо ва иншоот яке аз масъалаҳои мубрами мӯсоири соҳа ба ҳисоб меравад. Барои бартараф намудани мушкилоти сарфаи энергия дар биноҳо чораҳои зиёди меъморӣ-тарҳрезӣ, аз ҷумла ҳалли дурусти ҳаҷмию тарҳӣ ва конструктивӣ ё шаклбандии мӯсоиди тарҳии биноҳо истифода бурда мешавад.

Дар мақолаи мазкур таҳлили шаклбандии геометрии биноҳо нишон медиҳад, ки шакли тарҳии даврашакл ва чоркунҷашакли баробартараф аз лиҳози сарфаи энергия ва сарфаи масоҳати конструксияҳои иҷтавӣ, аз дигар шаклҳои геометрӣ беҳтар мебошанд. Аммо дар шаклҳои геометрии давра ва чоркунҷаи мураббаъ, аз лиҳози тарҳбандӣ ва ҷобаҷогузорию ҳуҷраҳо дар асосӣ талаботи меъёрҳои амалкунанда, лоиҳакашӣ масоҳати муайяни ҳуҷраҳоро аз даст медиҳад.

Шакли калонпаҳлӯи бино бошад, барои лоиҳакашии биноҳои энергиясамаранок мӯвофиқи мақсад аст. Дар ин шакли геометрии бино лоиҳакашӣ ҳам аз лиҳози сарфаи энергия ва ҳам аз лиҳози сарфаи масоҳати конструксияҳои иҷтавӣ ва инчунин аз лиҳози ҷобаҷогузорию ҳуҷраҳо бурд ҳаҳад кард.

**Калидвожаҳо:** Сарфачӯӣ ва самаранокӣ энергия, ҳалли тарҳию ҳаҷмӣ, шакл, яклухтҷойгиркунонӣ, масоҳат, конструксияҳои иҷтавӣ, лоиҳакашӣ, биноҳои шахрвандӣ.

**Муқаддима.** Масъалаҳои баланд бардоштани энергия самаранокӣ истеъмоли энергия чӣ дар саросари кишварҳои ҷаҳон ва инчунин дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти махсус ва аввалиндараҷа доранд.

Пас аз ба имзо расидани Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи сарфаи энергия ва самаранокӣ энергия» дар кишвари мо соли 2013, масъалаҳои самаранокӣ энергия ва истеъмоли гармӣ махсусан муҳим гардиданд [1].

Бо дарназардошти аҳамияти проблемаи баланд бардоштани самаранокӣ энергия, баланд бардоштани нишондиҳандаҳои гарми-муҳофизии биноҳои навбунёд ва истифодашаванда ба ҳуҷҷатҳои меъёрии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба гарми-муҳофизии биноҳо, ки ба сарфаи ҳамаҷонибаи энергия дар сохтмон нигаронида шудаанд, тағйироти ҷиддӣ ворид гардида, Меъёр ва қоидаҳои сохтмонӣ МҚС ҶТ 23-02-2021 " Гарми-муҳофизии биноҳо" аз нав таҳия ва татбиқ шудааст. Дар он талабот барои гарми-муҳофизии биноҳо, бо мақсади сарфаи энергия ҳангоми таъмини параметрҳои санитарӣ гигиенӣ ва оптималии микроклими онҳо ва дарозумрии конструксияҳои иҷтавии биноҳо иншоот ба таври дақиқ пешбинӣ гардидааст.

#### **Мақсади кор:**

- таъмини кам кардани талафоти гармӣ ва ташаққули шароити мӯсоиди микроклим дар биноҳои шахрвандӣ;

- таъмини сарфаи энергия ва энергиясамаранокӣ дар раванди лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодабарии биноҳо;

- муайян кардани шакли мӯсоид ва самаранокӣ геометрӣ вобаста аз дараҷаи сарфачӯи энергия.

#### **Методология ва усулҳои кор:**

- муайян намудани дараҷаи ихчамии биноҳои шаҳрвандӣ бо дарназардошти талаботи қоидаҳои сохтмони амалкунандаи Ҷумҳурии Тоҷикистон;

- таҳлил ва омузиши шаклҳои гуногуни геометрии биноҳо;

- муайян намудани шакли муфиди геометрӣ барои тарҳрезии биноҳои шаҳрвандии энергиясамаранок.

**Принсипҳои умумӣ.** Бо мақсади кам кардани сарфи энергияи гармӣ барои гарм кардани биноҳо дар давраи сардӣ ва гузариши сол бояд чорабиниҳои зерин пешбинӣ карда шаванд [4,5]:

- ҳалли ҳаҷмиву тарҳие, ки масоҳати камтарини конструксияҳои ихтотавии берунии биноҳои ҳаҷми якхеладошта ва ҷойгир кардани ҳучраҳои гармтар ва намноктарро дар шафати деворҳои дохилии бино таъмин мекунанд;

- ҳамҷоякунии (блокиронии) биноҳо бо таъмини пайвастшавии боэътимоди биноҳои ҳамшафат;

- пешбинӣ намудани ҳучраҳои даромад (танбур) баъд аз дарҳои даромад;

- тамоюли меридианӣ ё наздик ба он доштани намои қаддии бино;

- интихоби оқилона ва дурусти масолеҳи гармимуҳофизи самарабахш бо бартарият ба маводҳои гармигузаронии камтардошта;

- ҳалли конструктивии ихтотадеворҳо, ки якрангии назарраси гармитехникии онҳоро таъмин мекунанд (бо коэффисиенти якрангии гармитехникии  $r$  баробар ба 0,7 ё бештар аз он);

- дастрасии боэътимоди ҷойҳои пайвастшавӣ ва ҷоқҳои конструксияҳои ихтотавӣ, инчунин конструксияҳои байниманзилӣ барои таъмир;

- ҷойгир кардани асбобу таҷҳизоти гармидиҳӣ, чун қоида, дар зери сурохиҳои равшанигузарон ва дар байни онҳову девори беруна пешбинӣ намудани гармимуҳофизии инъикоскунанда;

- пурдоштии ва дарозумрии конструксия ва масолеҳи гармимуҳофизӣ зиёда аз 25 сол.

Барои баҳодихии ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ ва конструктивӣ, пеш аз ҳама, бояд нишондиҳандаи ҳисобшудаи ихчам будани бино ба назар гирифта шавад (расми 1).

Нишондиҳандаи ҳисобшудаи ихчамии бино  $k_e^{des}$  бояд бо формула муайян карда шавад.

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h \quad (1)$$

ки дар ин ҷо:  $A_e^{sum}$  - масоҳати умумии сатҳи дохилии ихтотаконструксияҳои беруна, аз ҷумла бомпуши (болопуши) ошёнаи боло ва болопуши фарши ошёнаи поёнии ҳучраи гармшаванда, м<sup>2</sup>;

$V_h$  - ҳаҷми гармшавандаи бино, баробар ба ҳаҷми маҳдудкардаи сатҳи дохилии деворҳои берунии бино, м<sup>3</sup>.

Мафҳумҳои омили шакл ва нишондиҳандаи ихчамӣ (таносуби масоҳати деворҳои беруна ба ҳаҷми бино) ду унсури асосӣ барои таҳлили шакли геометрии бино мебошанд. Дар баъзе мавридҳо мо метавонем онро ҳамчун воситаи санҷиш пешниҳод намоем.

Баъзе тағирёбандаҳои марбут ба шакли бино, ки ба талаботи гармидиҳӣ ва хунуккунӣ таъсир мерасонанд, коэффитсиенти ихчамӣ, баландии девор, иқлим ва хусусиятҳои конструксияҳои ихтотавӣ мебошанд. Ин хусусиятҳо тағирёбандаҳои муҳиме мебошанд, ки бояд баррасӣ шаванд, зеро онҳо ба талаботи энергия барои нигоҳ доштани ҳарорати бароҳат дар бино алоқаманданд.

Шакли геометрӣ ва ҷойгиршавии биноҳо ба микроиқлими дохилаи он таъсири калон мерасонад. Ихчамӣ яке аз омилҳои муҳимтарини кам кардани талаботи гармидиҳӣ ва хунуккунӣ мебошад. Ин нишондиҳандаҳо аз мафҳумҳои геометрӣ гирифта шудаанд, ки барои ҳадди ниҳой расонидани ҳаҷми дохилии сохтор мувофиқи шакли он истифода мешаванд.



**Расми 1.** Нишондиҳандаи меъёрии ихчамии биноҳои шаҳрвандӣ

Нишондиҳандаи ҳисобии ихчамӣ барои биноҳои шаҳрвандӣ  $k_e^{des}$ , чун коида, набояд аз арзишҳои меъёрии ихчамӣ зиёд бошад  $k_e^{reg}$  [2,4,5].

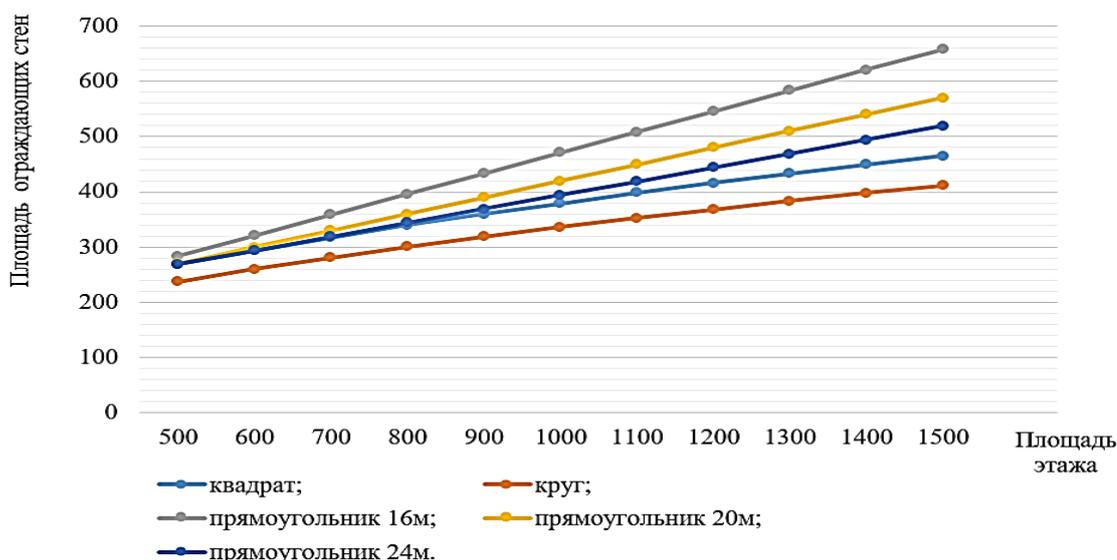
М.В. Рубцова ва Е. Семёнов қайд мекунад, ки ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ бояд афзоиши ихчамии шакли ҳаҷмии биноро барои кам кардани масоҳати нисбии сатҳи интиқоли гармӣ бо истифода аз коэффисиенти ихчамиро дар бар гиранд. Ҳангоми ҳисоб кардани ихчамии биноҳо қонуниятҳои афзоиши самаранокии энергия бо ҳамон масоҳати якхелаи фарши ошёна, вале бо



### Расми 3. Бинои истиқоматии васебари тавсияшаванда.

Ҳангоми таҳияи ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ, бояд аз ҷойгир кардани тирезаҳо дар ҳарду девори берунии хучраҳои кунҷӣ худдорӣ кард. Вақте ки миёнадеворҳои борбардор ба деворҳои ниҳоии барӣ пайваस्त карда мешаванд, пешбинӣ намудани ҷок, ки шаклтағйирёбии мустақилонаи девори барӣ ва миёнадеворро таъмин менамояд, зарур мебошад.

Вобастагии тағйирёбии масоҳати конструкцияҳои ихтавӣ аз тағйирёбии масоҳати ошёнаи баландии якхеладошта (3м) дар расми 4 оварда шудааст.



Расми 4. Вобастагии тағйирёбии масоҳати конструкцияҳои ихтавӣ аз тағйирёбии масоҳати фарши ошёна.

Ҷадвали 1. Вобастагии бузургии  $q_h^{des}$ , аз бари бино L ва масоҳати ихтадеворҳои беруна  $A_e^{sum}$

Бари бино L, м	$A_e^{sum}$ , м²	$K_T^{tr}$ , Вт/(м²·°C)	$K_{inf}$ , Вт/(м²·°C)	$K_m$ , Вт/(м²·°C)	$Q_h^y$ , ГДж	$q_h^{des}$ , кДж/(м²·°C·сут)
14.0	2554	1.391	0.701	2.051	1642124	114.1
16.0	2476	1.351	0.717	2.069	1588882	110.2
18.0	2426	1.352	0.734	2.087	1562694	108.5
20.0	2397	1.344	0.755	2.085	1539295	106.8
22.0	2378	1.347	0.745	2.095	1529262	106.1

**Хулосаҳо.** Бо мақсади ба даст овардани хусусиятҳои муносиби техникӣ-иқтисодии бино ва минбаъд кам кардани сарфи хоси энергия барои гарм кардан тавсия дода мешавад:

1. Ҳалли ҳаҷмиву тарҳии ихчамии бино.
2. Нишондиҳандаи ҳисобии ихчамии биноҳои истиқоматӣ набояд аз

нишондиҳандаҳои муқаррарнамудаи банди 32 МҚС ҚТ 23-02-2021 «Гармимуҳофизии биноҳо» қабул карда шавад.

3. Дар охири мақола диаграммаи вобастагии тағйирёбии масоҳати конструксияҳои ихотаваӣ аз тағйирёбии масоҳати фарши ошёна оварда шудааст, ва аз он бармеояд, ки масоҳати конструксияҳои ихотаваӣ бо васеътар гардидани бари бино кам шуда, ба энергиясамаранокии бино таъсири хуб мерасонад.

### **Феҳристи адабиёт**

1. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи сарфачуӣ ва самаранокии энергия» аз 19 сентябри соли 2013, №1018.

2. МҚС ҚТ 23-02-2021. Меъёр ва қоидаҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон «Гармимуҳофизии биноҳо». Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. – Душанбе: Нашриёт: КВД «ПИТ СваМ», «Маркази нашриёт», 2021. - 38 с.

3. Семенова Э.Е. Исследования зависимости энергоэффективности здания от геометрической формы / Э.Е. Семенова, А.А. Тютюрев - Текст: непосредственный // Научный вестник ВГАСУ. Высокие технологии. Экология. - 2011. - № 1. - С. 102-104.

4. Каримов Н.М. Влияние объемно-планировочных решений на энергоэффективность зданий / Н.М. Каримов. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. –Душанбе, 2022. №3 (59) - С. 125-128.

5. Каримов Н.М. Особенности проектирования энергоэффективных зданий в климатических условиях Таджикистана / Н.М. Каримов, Б.А. Гулямов, Ф.Н. Хасанов // Международная научно-практическая конференция «Применение информационно - телекоммуникационных технологий в создании электронного правительства и индустриализации страны». Душанбе, - 2020. - С. 53-56.

### **ЗАВИСИМОСТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ОТ ИХ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ**

***Аннотация:** В данной статье рассматривается и анализируется связь и зависимость энергоэффективности зданий от их конструктивных и объемно-планировочных решений.*

*Энергосбережение и эффективность в Республике Таджикистан, особенно при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, считается одним из важнейших вопросов современной промышленности. Для преодоления проблем энергосбережения в зданиях используются многие архитектурные и конструктивные меры, в том числе правильные объемные, проектно-конструктивные решения или выгодное проектирование зданий.*

*В данной статье анализ геометрической формы зданий показывает, что круглые и равносторонние четырехугольные конструкции лучше других геометрических форм с точки зрения энергосбережения и экономии пространства окружающих конструкций. Однако в геометрических формах круга и квадратного прямоугольника, с точки зрения планировки и расположения помещений, требований действующих стандартов, конструкция проигрывает определенной площади помещений.*

*Крупногранная форма здания подходит для проектирования энергоэффективных зданий. В такой геометрической форме здания дизайнер выиграл как с точки зрения энергосбережения, так и с точки зрения экономии площади окружающих построек, а также с точки зрения обустройства помещений.*

**Ключевые слова:** Энергосбережение и эффективность, конструктивно-объемное решение, форма, интеграция, площадь, ограждающие конструкции, проектировщик, гражданские здания.

## DEPENDENCE OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS ON THEIR SPACE AND LAYOUT SOLUTIONS

**Annotation:** This article examines and analyzes the connection and dependence of the energy efficiency of buildings on their design and space-planning solutions.

Energy saving and efficiency in the Republic of Tajikistan, especially in the design, construction and operation of buildings and structures, is considered one of the most important issues in modern industry. To overcome the problems of energy conservation in buildings, many architectural and structural measures are used, including correct volumetric, design and structural solutions or beneficial building design.

In this paper, the analysis of the geometric shape of buildings shows that round and equilateral quadrangular structures are better than other geometric shapes in terms of energy saving and space saving of surrounding structures. However, in the geometric shapes of a circle and a square rectangle, from the point of view of the layout and location of premises, the requirements of current standards, the design is inferior to a certain area of the premises.

The large-faceted building shape is suitable for designing energy-efficient buildings. In such a geometric shape of the building, the designer benefited both from the point of view of energy saving and from the point of view of saving the area of surrounding buildings, as well as from the point of view of the arrangement of the premises.

**Keywords:** Energy saving and efficiency, structural-volumetric solution, shape, integration, area, enclosing structures, designer, civil buildings.

## СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

**Насиров Н.К.<sup>1</sup>, Курбонов Н.Б.<sup>1</sup>, Бобиев С.С.<sup>1</sup>, Курбонов Ю.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

<sup>2</sup>Открытая акционерная общество «Барки Тоҷик»

**Аннотация:** «Вода – это жизнь» гласит народная пословица, которая отражает и показывает все значимость воды в нашем регионе, что может быть ценнее жизни? Ничто, поэтому вода для нас является без ценным даром природы. Это когда на охрану, формирование и транспортировки водных ресурсов не проводить затраты. Ближайшем будущем дефицит воды в отдельных частях мира станет одной из важнейших проблем, требующее незамедлительных действий, если не будут найдены адекватные методы водо-сбережения и рационального водопользования. Сегодня активно формируется движение в поддержку такого подхода к управлению водными ресурсами и их развитию, который в большей степени ориентирован на потребности человека и носит комплексный характер. которые существует в настоящее время.

**Ключевые слова:** Водо-сбережения, интегрирования, управления, водные ресурсы, действия, водопользования, развития, мелиорация недофинансирование, реабилитация, восстановления, грунтовые воды, уровень и засоления почвенного профиля.

**Введение.** В настоящее время износ мелиоративного фонда Республики Таджикистан составляет - 50%, а на машинном водоподъеме - 60%. Причиной является недофинансирование реабилитационных работ по восстановлению основных фондов, что влияет на динамику уровня грунтовых

вод и засоления почвенного профиля. [1]. Все это, сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, повышению непроизводительных потерь оросительной воды, снижению эффективности водо-земельных ресурсов вплоть до вывода орошаемых земель из сельхоза оборота. Современное управление водными ресурсами в Республике и его водохозяйственном комплексе требует серьезного реформирования органов управления и решения финансово-экономических проблем эксплуатации и технического обслуживания.

По результатам научных исследований, проведенных в Хатлонской, Согдийской областях и Районах республиканского подчинения в ходе опытных работ выявлено, что цена одного кубометра воды в несколько раз занижена. Однако, это мизерная сумма не своевременно поступает на расчетные счета оросительных систем. В любом случае, решение всех проблем функционирования и развития водохозяйственного комплекса в значительной степени будет определяться эффективностью системы управления. Поэтому реализация проекта ” **Стратегия развития водного сектора Таджикистана**, где расписаны сроки выполнения конкретных действий и поэтапного его осуществления должна включать в себя:

- Реабилитацию существующей инфраструктуры водного хозяйства с ее производственной базой;
- Обеспечение оптимальных потребностей в водных ресурсах всех категорий водопользователей и водо-потребителей с учетом межгосударственного вододеления;
- Обеспечение полного возмещения затрат на поставку воды, стимулирование заинтересованности водопользователей в водо-сбережении;
- Полное освоение пригодных к орошению земель;
- Внедрение новых экономически эффективных технологий;
- Реализацию программы эффективного водосбережения;
- Постепенный переход на системный метод управления в пределах гидрографических, а не административных единиц, повсеместное создание АВП, внедрение в практику управление спросов на воду, обеспечение дифференциации платежей за воду и ее доставку в зависимости от конкретных условий, развитие разнообразных форм частного, коллективного и акционерного водопользования на основе рыночной водохозяйственной деятельности;
- Осуществление поэтапной программы восстановления, расширения существующих и строительства новых систем водопроводных и канализационных очистительных систем, поэтапного внедрения совершенных технических устройств и водо - учётных средств на системах водоснабжения и канализации;
- Развитие гидроэнергетики, завершение строительства Рогунской и строительства других ГЭС и водохранилищ;
- Поэтапное решение проблем охраны окружающей среды, связанных с водным фактором (наводнения, подтопление территорий, инженерные

сооружения, ликвидация последствий селей, засоление земель, прорыва опасных озера, пульсирующие ледники и т.п.);

- Защита национальных интересов на основе рыночных отношений и межгосударственных соглашений;

Общей целью вышеизложенных конкретных действий - является оздоровление, стабилизация и развитие всех отраслей экономики для удовлетворения жизненно необходимых потребностей общества в обеспечения устойчивого развития.

Основным результатами 25-ти летней работы МКВК стало бесконфликтное управление и использование водных ресурсов государствами ЦА. Все это стало, благодаря достигнутому путем обмена идеями, активным обсуждениям на различных заседаниях Главами Государств ЦА, членов МКВК и специалистов водного хозяйства БАМ [2].

Мы считаем, что в перспективе, также необходимо сближаться с Международной Сетью Бассейновых Организаций (МСБО), хотя уже существует региональная сеть бассейновых организаций – «Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия» СВО ВЕКЦА (ЕЕССА- NBO), а также созданная МКВК открытая система CAWATER-info.

Необходимо создание в ЦА на базе БВО организации по типу «Межгосударственной речных объединенных бассейновой организаций (М Р О Б О)», примером которой могут быть Региональные сети бассейновых организаций в мире:

Африка – АСБО (ANBO)

Латинская Америка – ЛАСБО (LANBO)

Северная Америка –САСБО (NANBO)

Азия - САРБО –(NARBO)

Бразилия – БСБО – (REBOB)

Центральная Европа – СБОЦВЕ (CEENBO)

Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия-СВО ВЕКЦА (ЕЕССА- NBO)

Бассейн Средиземного моря – СМСБО(MENBO) и др.

Создание в ЦА МРОБО обеспечить надежно и бесконфликтно управлять водными ресурсами и обеспечить эффективное использование воды и снимет многие проблемы. Цель данной работы заключается в том, чтобы инициировать обсуждения, определения и составления перечня тех многих проблем, которые связаны с вопросами рационального использования и обеспечения продовольственной безопасности в бассейнах трансграничных рек.

Центральная Азия богата водными ресурсами, однако, неравномерность распределения водных ресурсов, быстрорастущий темп населения в регионе, а также интенсивный объем водопользования являются факторами, которые способствуют дефициту воды во многих частях региона. Проблема приобрела более напряженный характер в бассейнах трансграничных рек Центральной Азии, где существует противоречие между странами верхнего и нижнего течения. Конфликт в основном существует в

вопросах использования воды для нужд ирригации и гидроэнергетики. Не совпадение периодов использования воды являются источниками противоречий [4].

В работе предложена концептуальная схема, которая включает пять основных блоков по анализу проблем рационального водопользования и связанные с ней вопросы обеспечения продовольственной безопасности в бассейнах трансграничных рек Центральной Азии [4].

В первом блоке концептуальной схеме анализируются экономические, социальные, экологические и другие существующие противоречия между государствами в бассейне трансграничных рек Центральной Азии, обсуждение которых способствуют поиску компромиссных решений по вопросам рационального водопользования и обеспечения продовольственной безопасности.

Исходя из этого, следующие вопросы являются базовыми аспектами рассматриваемой проблемы, и их научный анализ служат основой для разработки научно-обоснованного механизма регулирования водных ресурсов в бассейнах трансграничных рек и поиска компромиссных решений:

- вопрос строительства гидротехнических сооружений на трансграничных реках;
- о правах стран, прилегающих к бассейну трансграничной реки по использованию воды;
- участие третьих стран в разрешении конфликта по дележу воды;
- существующие международные нормы в вопросах водопользования;
- выработка научно-обоснованных механизмов дележа воды;

Решение каждой из перечисленных вопросов должны быть проанализированы во взаимосвязи с другими вопросами. Например, вопрос о строительстве гидротехнических сооружений, не может быть решена без рассмотрения и анализа таких вопросов, как:

- о правах стран к использованию воды;
- существующие международные нормы водопользования;
- возможности участие третьих стран в разрешении конфликта; и, наконец, разработка механизма по регулированию воды.

Водные ресурсы и продовольственную безопасность связывают, прежде всего, с ирригацией. Между тем, продовольственную безопасность можно обеспечить развитием и повышением национальных экономик стран Центральной Азии. В этой связи, во втором блоке анализируются аргументация стран бассейна трансграничных рек Центральной Азии, которые направлены на получение экономического эффекта от различных форм использования воды.

Страны верхнего течения, расположившись в зоне формирования стока, стремятся к максимальному использованию водных ресурсов для выработки гидроэлектроэнергии, покрывая тем самым имеющийся дефицит энергии в зимний период. Страны нижнего течения, территориально

прилегающих в зоне потребления стока, стремятся к максимальному использованию воды для нужд орошаемого земледельца, требования которых в основном приходится в вегетационный период. Несоответствие периодов использования воды является одним из факторов дефицита воды между ними. Ситуация сложная и требует научно-обоснованного подхода. Для решения данной проблемы, прежде всего, следует внимательно анализировать причины и основные факторы, способствующие к конфликту во взаимоотношениях между государствами региона.

Важнейшей задачей для экономики региона в целом является обеспечение интегрированного или комплексного подхода к использованию имеющегося водно-энергетического потенциала. Оптимальное его освоение с учетом интересов каждой страны региона может и должно быть достигнуто на основе межгосударственного сотрудничества, которая является залогом повышения продовольственной безопасности, энергетической самодостаточности, расширения экспортного потенциала, экономии инвестиционных ресурсов.

Эффективные методы рационального использования воды играют определяющую роль при обеспечении продовольственной безопасности каждого из государств региона. Исходя из этого, в третьем блоке концептуальной схеме, анализируются два направления:

- повышение эффективности и продуктивности использования воды в сельском хозяйстве, как фактор обеспечения продовольственной безопасности стран, прилегающих к бассейну трансграничной реки;
- роль водных ресурсов для производства всех видов энергии и необходимость в удовлетворение энергетических потребностей государств на устойчивой основе.

Одной из первоочередных задач стран Центральной Азии является достижения продовольственной безопасности, причем развитие сельского хозяйства должна обеспечивать продовольствием не, только растущее потребности населения, но и также экономить водные ресурсы для других видов использования.

Исходя из этого, разработка и внедрение водосберегающей технологий и методы управления является одним из механизмов экономия воды в орошаемом земледелье. Это сложная задача, однако, ее реализация вполне возможна при условии ведения соответствующей политики и программы на всех уровнях местном, национальном и международном.

Реализация такой программы на международном уровне возможно на базе выработки правовых механизмов регулирования водных ресурсов трансграничных рек, которая анализируются в четвертом блоке концептуальной схеме.

В рамках данного блока предлагается разработать ключевые стратегические принципы целостного и комплексного экологически безвредного управления водными ресурсами трансграничных рек на базе международных прав.

Правовые аспекты использования водных ресурсов трансграничных рек регулируются, международными соглашениями и договорами. Основными документами являются две международные конвенции [2]:

Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте;

Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер.

Международно-политическое значение этих документов трудно переоценить, однако они носят достаточно общий (рекомендательный) характер, затрагивая преимущественно экологические проблемы трансграничных водных ресурсов. В меньшей степени они касаются самих проблем управления водными ресурсами рек. В них практически отсутствует механизм разрешения международных споров, довольно слабо проработана законодательная и нормативная база.

Вопросы разработки межгосударственных проектов по совместному использованию водных ресурсов трансграничных рек с целью обеспечения продовольственной безопасности государств Центральной Азии на базе развитых теории математического моделирования обсуждаются в пятом блоке концептуальной схемы рационального водопользования в бассейне трансграничных рек.

В бассейне трансграничных рек необходимо сотрудничество стран по реализации межгосударственных проектов с целью получения максимальной коалиционной выгоды от использования водных ресурсов трансграничной реки; договоренность о продаже излишек сельхозпродукции, электроэнергии во внешнем рынке и тем самым получения выгоды, а также выработка механизма дележа общей выгоды между государствами. Если есть доход, то всегда можно найти способы его дележа между участниками. При этом должна выполняться принцип **“рациональной справедливости”**, т.е. если самостоятельный доход участника (государства) не превосходить той доли, который он может получить, участвуя в коалиции с другими участниками [3].

Как известно, на нашей планете имеется множество рек и других водоемов, которые являются объектом совместного использования со стороны двух и более стран. К примеру, Дунай и Рейн – в Европе, Нил – в Африке, Колумбия – в Северной Америке, Инд – на полуострове Индостан и, конечно же, Амударья, Сырдарья и Зарафшан – в Центральной Азии.

Несмотря на то, в мире накоплен определенный опыт согласованного решения межгосударственных проблем, регулирующий порядок водораспределения, тем не менее, до сих пор не разработана единая теория управления водными ресурсами трансграничных рек на основе международного права. Однако, эти соглашения характеризуются специфическими особенностями своих бассейнов и потому при попытке их универсализации возникают серьезные трудности. Между тем потребность в разработке общих подходов к распределению водных ресурсов трансграничных рек непрерывно возрастет. Причина, помимо всего прочего,

состоит в том, что в современном мире продолжается процесс образования новых суверенных государств, которые уже не могут довольствоваться прежним порядком водораспределения, принятом в условиях существования единого государства, и вынуждены регулировать свои водные отношения с учетом новых реалий. Действительно, по состоянию на 1978 г. на земном шаре насчитывалось 214 речных бассейнов, которые пересекали границы двух или более стран. В настоящее время их стало уже 261, они охватывают 45,3 % поверхности Земли, включают в себе 80 % мирового речного стока и в них проживает около 40 % населения мира [5, 6].

Использование вод трансграничных рек Сырдарьи и Амударьи является ныне источником напряженности во взаимоотношениях государств Центральной Азии. Их руководители, отстаивая интересы собственных стран, опираются на мнения специалистов, которые, несмотря на богатый производственный опыт, разрабатывают свои предложения на основе субъективных и даже интуитивных представлений о динамике водных ресурсов речных бассейнов, что и приводит к конфликту интересов и не способствует сближению позиций сторон, участвующих в переговорных процессах.

Современная наука подсказывает выход из такого положения на пути математического описания, а затем и разработки межгосударственных проектов, которые основываются на использовании комплекса компьютерных программ учета и распределения водных ресурсов. При условии, что к решению этой проблемы будут привлечены авторитетные водники, математики и программисты от всех заинтересованных сторон, возникнут объективные предпосылки для утверждения Главами центрально азиатских государств результатов их работы в качестве межгосударственного стандарта математического и программного инструментариев по учету и распределению водных ресурсов трансграничных рек.

Наличие такого стандарта позволит лицам, принимающим государственные решения, исходя, из однотипных входных данных о состоянии водных ресурсов трансграничных рек и планируемых вариантов водораспределения предвидеть их объективные последствия и вырабатывать взаимоприемлемые согласованные решения.

### **Выводы**

Предложенная концептуальная схема рационального водопользования и связанные с ней вопросы обеспечения продовольственной безопасности в бассейнах трансграничных рек Центральной Азии, способствует поиску компромиссных решения, прежде всего по вопросам водораспределения в бассейнах рек Сырдарья и Амударья, а в последующем консолидации государств бассейна в получения максимальной выгоды от использования водных ресурсов рек региона.

### **Список литературы**

1.Н.К. Носиров. На тему «Мелиоративное состояние орошаемых земель основа обеспечения продовольственной безопасности страны». Матерели

Межгосударственное конференции по рациональные и эффективные использования водных ресурсах Центральной Азии, город Душанбе 2022 г.

2. Н.К. Носиров. На тему: «Бесконфликтное управления и использование водных ресурсов Государствами Центральной Азии за 25 лет». Матерели Межгосударственное конференции посвящённой 25 лети МКВК, Ашхабад 2017г.

3. Международное право в документах. Сборник. – М.: Юридич. лит., 1982

4. Ф.И. Ерешко, М.А. Горелов и С.Т. Наврузов. Математическое обоснование кооперации при использовании водных ресурсах бассейнов трансграничных рек // Доклады АН Республики Таджикистан, т. 51, №6, 2008 – с. 412-420.

5. Wolf, Aaron T. "Water Wars and Water Reality: Conflict and Cooperation Along International Waterways, "Millennium Group, High Level Group on International Water Management in the 21st Century, 18-20, December 1997, Valencia, Spain.

6. С.Т. Наврузов. Управление водными ресурсами трансграничных рек (на примере Центральной Азии) // Диссертация доктора технических наук, Москва 2008 - с.313

7. М. М. Субхонкулзода. Перспективы развития водного сектора экономики государств Центральной Азии // Диссертация кандидата географических наук, 2018 - с.141

8. В. А. Ясинский, А. П. Мироненков, Т. Т. Сарсембеков // Современные тенденции в совершенствовании управления водными ресурсами в государствах – участниках СНГ. – Алматы, 2013. – с. 52

9. С.С. Ходжаев. Руководство и управление водными ресурсами стран центрально азиатского региона на уровне ассоциаций водопотребителей в условиях изменения климата и адаптации к этим изменениям // Ирригация и мелиорация №1(11).2018 - с.23-30

10. Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. Под ред. проф В.А. Духовного, д-ра. В.И. Соколова, д-ра. Х. Мантритилаке - Ташкент: НИЦ МКВК, 2008 – 364 с.

9. А. Р. Фазылов, А. А. Эргешов и З. В. Кобулиев «Влияние изменения климата на формирование стока рек горно-предгорных зон Центральной Азии». Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии, 2018, 216-223 с.

10. Д. М. Маматканов, И. И. Саидов «КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ТАДЖИКИСТАНА» Вестник КРСУ. 2011. Том 11. № 9, 120-124 с.

11. О.Х. Амирзода, С.К. Давлятшоев и др. «Водохозяйственная инфраструктура и общая система управления водными ресурсами»: Монография - Душанбе; ИВП, ГЭ и Э НАН Таджикистан, 2021. 172 с.

12. Управление водными ресурсами в энергетическом и сельскохозяйственном секторах Таджикистана | Технический отчет ОБСЕ // Душанбе Таджикистан, 57 с.

### УСУЛҲОИ СТРАТЕГИИ ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ОБ

**Аннотатсия:** «Об ҳаёт аст» дар як зарбулмасали халқӣ гуфта шудааст, ки аҳамияти обро дар минтақаи мо инъикос ва нишон медиҳад, ки ин аз ҳаёт ҳам арзишмандтар мебошад? Баъд аз об барои мо ҳеч чизе неъматӣ напуради табиат нест. Барои ҳифз, ташаккул ва қашондани захираҳои об вақт ва хароҷот сарф карда намешавад. Дар ояндаи наздик норасоии об дар қисматҳои алоҳидаи ҷаҳон ба яке аз мушкилоти муҳимтарин табдил хоҳад ёфт, ки дар сурати пайдо нашудани усулҳои мувофиқи сарфаи об ва истифодаи оқилонаи он чораҳои фаврӣ андешида мешаванд. Имрӯзҳо як ҷунбиши ғайбӣ ба тарафдории равиши беиштар ба инсон нигаронидашуда ва ҳамгирошудаи идоракунӣ ва рушди захираҳои об, ки ҳоло вуҷуд дорад, ташаккул меёбад.

**Калидвожаҳо:** ҳифзи об, ҳамгироӣ, идоракунӣ, захираҳои об, тадбирҳо, истифодаи об, рушд, обёрӣ, норасоии маблағ, барқарорсозӣ, барқарорсозии, обҳои зеризаминӣ, сатҳ ва шӯршавии таркиби хок.

### STRATEGIC APPROACHES TO WATER RESOURCES MANAGEMENT

**Annotation:** “Water is life” says a popular proverb, which reflects and shows the importance of water in our region; what could be more valuable than life? Nothing, so water is a valuable gift of nature for us. This is when no expenses are spent on the protection, formation and transportation of water resources. In the near future, water shortages in certain parts of the world will become one of the most important problems requiring immediate action if adequate methods of water conservation and rational water use are not found. Today, a movement is actively forming in support of such an approach to water resource management and development, which is more focused on human needs and is comprehensive. which currently exist.

**Keywords:** Water conservation, integration, management, water resources, actions, water use, development, reclamation, underfunding, rehabilitation, restoration, groundwater, level and salinity of the soil profile.

### АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИТУАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАСЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН

**Сайдумаров С.С.,**  
ГУ «ТаджикНИГиМ»

**Аннотация:** В статье изложены результаты исследований по изучению состояния бассейна реки Зерафшан, проанализированы природные, климатические условия и ирригационные особенности, влияющие на процесс формирования и использования речного стока. Определены водопотребители и водопользователи бассейна, а также даны некоторые характеристики посевных площадей бассейна. Рекомендованы различные мероприятия по устранению существующих водных проблем.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, бассейн реки, орошаемая площадь, гидротехнические сооружения, мелиоративные мероприятия, водохранилища.

Вода является ключевым фактором устойчивого развития, и она используется практически во всех отраслях экономики и сферах общественной жизни, для различных целей и разными пользователями.

В настоящее время из-за бессистемного, нескоординированного и не интегрированного подхода к планированию и управлению водными ресурсами прослеживаются межотраслевые трения и конфликты. Это между ирригацией и гидроэнергетикой, экологией и экономикой, управлением и руководством, низовьем и верховьем, обществом и природой, спросом и предложением и т.д. [1]

Учитывая социальные, экономические и экологические, а также стратегические значения управления, использования и охраны водных ресурсов возникла необходимость проведения оценки взаимосвязи между водой, продовольствием, энергией и экосистемой в бассейне реки Зеравшан. «Взаимосвязь» в контексте воды, продовольствия (сельского хозяйства) и энергии подразумевает, что данные секторы неразрывно связаны между собой таким образом, что действия в одной области обычно влияют на другие, а также оказывают воздействие на экосистемы, которые также предоставляют услуги данным секторам.

Интегрированные подходы к управлению были разработаны в целях изучения плана и разработки политики для управления ресурсами. Тем не менее, применение этих подходов оказалось недостаточным в случаях, когда ресурсы плотно переплетены. Каждый подход рассматривает будущие сценарии развития одного сектора. К настоящему моменту последовательные и параллельные сценарии развития других секторов, как правило, не принимаются в расчет. Кроме того, такие интегрированные подходы, как правило, предполагают, что связанные сектора являются статичными, или что их развитие принципиально не изменяется в результате тех же движущих сил сценариев. Это может привести к игнорированию или непринятию в расчет важных обратных связей. Например, изменение климата может изменить межотраслевые отношения и уровень использования некоторых ресурсов [2].

Посредством научно-обоснованных подходов, углубления знаний, совершенствования инструментария, наращивания потенциала и установления трансграничного и национального диалога между секторами, данный подход взаимосвязи призван помочь продемонстрировать необходимость в скоординированном планировании, диалоге и управлении, а также определить те области, где возможны новые эффективные пути для обеспечения устойчивого развития. Следовательно, вода, энергия и продовольствие как ресурсы не могут рассматриваться по отдельности друг от друга.

Целью наших исследований являлось проведение анализа и оценки существующей ситуации управления, особенности формирования, использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Зеравшан.

Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- Создать общую базы данных по гидрологии, гидроэнергетике, сельскому хозяйству и климатологии для бассейна реки Зеравшан. Установить набор показателей оценки взаимосвязей в бассейнах рек по компонентам: вода, энергия, землепользование и экосистемы;

- Провести анализ и оценить существующую ситуацию управления, использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Зеравшан;

- Провести анализ правовых, институциональных, экономических и экологических основ управления водными ресурсами на национальном и региональном уровнях иерархии;

- Выявить основные и косвенные секторов экономики, и связанных с ними организаций, участвующих в управлении природными ресурсами.

*Состояние сельского хозяйства на верховьях бассейн Зеравшан и перспективы его развития.*

Данные по орошаемым площадям, водозабору и использованию воды в бассейне реки Зеравшан приведены в таблицах 1 и 2. [3, 4].

**Таблица 1.** Использованию воды в бассейне реки Зеравшан

Районы	Водозабор, всего, тыс. м			Водоподача, всего, тыс. м		
	план	факт	%	план	факт	%
Пенджикент	133734	113665	85	94830	94830	100
Айни	8126	6115	75	6490	5774	89
Итого	141860	119780	84	101320	100604	99,3

Природные условия определённой степени влияют на размер и структуру сельскохозяйственных угодий долины, где 92,2 % занимают малопродуктивные пастбища. Различие климатических условий и высота расположения районов Пенджикента, Айни и Матча приводит к различным условиям сельскохозяйственного производства.

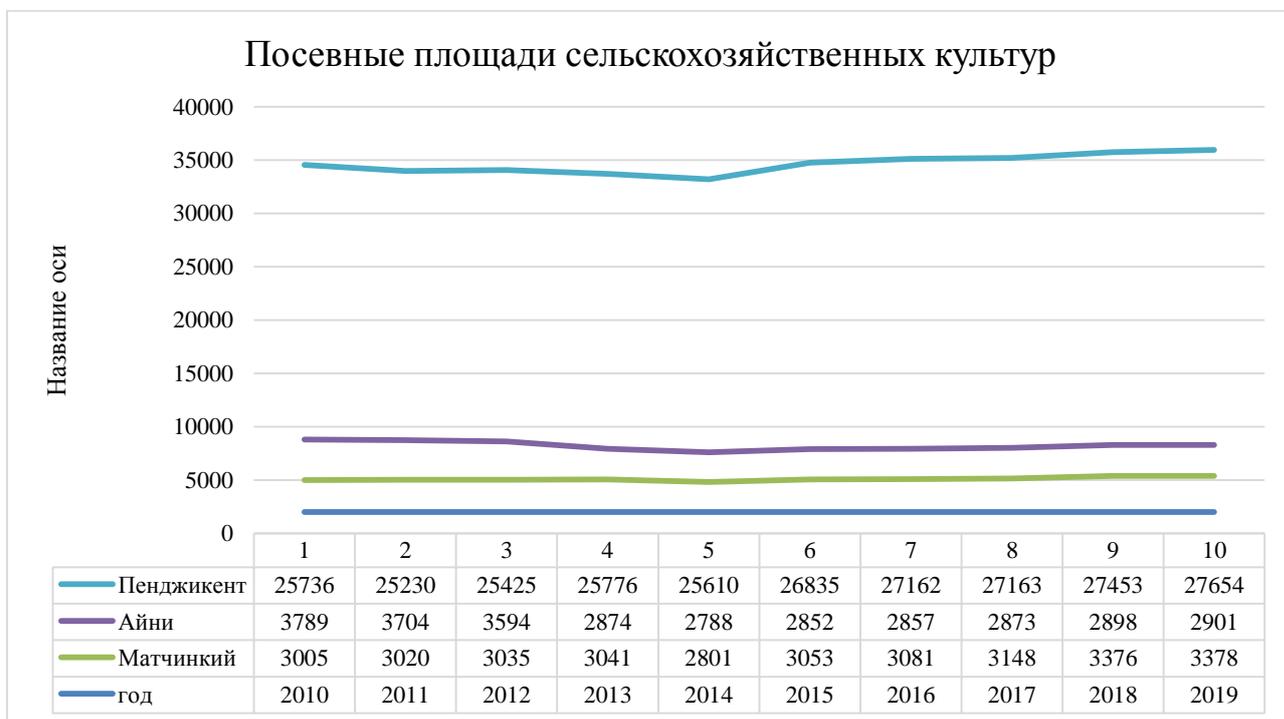
Главной отраслью экономики Зеравшанского региона является сельское хозяйство, в котором занято более 70 % населения.

Доля орошаемых посевов в среднем по региону в 2018 г. составила 65,4%, и 59,7 % по Пенджикентскому району; 94,1 % - по Айнинскому и 96,1 % по Горном Матче. Сады, виноградники и другие многолетние насаждения в Айнинском и Горно-Матчинском районах возделываются в основном орошением.

**Таблица 2.** Посевные площади сельскохозяйственных культур по всем категориям хозяйств, гектар.

Название район	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Горнам	3005	3020	3035	3041	2801	3053	3081	3148	3376	3378

Матча										
Айни	3789	3704	3594	2874	2788	2852	2857	2873	2898	2901
Пенджикент	257	252	2542	2577	2561	2683	2716	2716	2745	27654
Т	36	30	5	6	0	5	2	3	3	



За 2003-2018 гг. посевные площади сельскохозяйственных культур в регионе увеличились на 4318 га (на 15,4 %), в Пенджикентском районе - на 100,2%; и Айнинском на - 4,5 %. В Горной Матче, наоборот, сократились на 201 га, или на 6,5 %.

**Таблица 3. Районы потребители воды из бассейна реки Зеравшан**

Название районов	Объём воды, млн.м <sup>3</sup>	Орошаемые земли, га
Пенджикент	117,7	21701
Айни	6,9	3268

По данным министерство мелиорации и водного хозяйства РТ (ныне Агентство мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан) водопотребление и водоотведение в бассейне реки Зеравшан на 01.01.84 г. составили: водозабор из всех источников -415,45 млн. м /год, в том числе на орошение - 332,19 млн. м /год, из низа за счет подземных вод - 10,48 млн. м /год; водоотведение (сбросы в речную сеть) - 17,64 млн. м /год. Площадь орошаемых земель в бассейне реки Зеравшан: в начале 1984 г. - 22,70 тыс. га; в начале 1988 г. - 24,01 тыс. га, а по данным Агентство мелиорации и орошения при Правительстве республики Таджикистана в 2018 г 25,05, в 2020 составило 28.88 га.

**Таблица 4.** Использование воды в бассейне реки Зеравшан, тыс. м<sup>3</sup>.

Наименование районов	годы			
	2015	2016	2017	2018
Пенджикентский	115730	135641	140982	118350
Айнинский	38909	12864	12756	13270
Всего	154639	148505	153738	131620

По данным 2018 г орошаемая площадь в бассейне реки Зеравшан составляет 25057 га, из них земли машинного орошения 7416 га, фактический водозабор из источников орошения -119,78 млн. м или 84 % от планового, фактическая водоподача -100,604 млн. м. Водозабор на орошение ежегодно снижается: от 332,19 млн. м/год (1984 г) до 119,78 млн. м /год (2008 г) при орошаемых землях соответственно 22700 и 24584 га. Ряд авторов утверждает, что основная задача состоит в том, чтобы водопользователь независимо от форм собственности, экономически эффективно и экологически безопасно её использовал. В связи, с этим актуальным вопросом в бассейне реки Зеравшан является обеспечение устойчивого водопользования, безопасной эксплуатации водохозяйственного комплекса, защиты населения и объектов экономики от наводнений и другого вредного воздействия вод [5].

Непосредственно в долине самой реки Зеравшан получение какого-либо дополнительного ирригационного эффекта в принципе невозможно - река протекает по узкому скалистому каньону, площади пригодных для хозяйственного использования земель очень незначительны, и они в основном уже орошаются за счет боковых притоков. В то же время в удобной для сельского хозяйства Исторавшанской зоне Согдийской области имеются большие массивы пригодных для орошения неосвоенных земель.

Из 132 тыс. га в этой зоне орошается всего около 30 тыс. га. Причина - дефицит водных ресурсов. А из общего объема используемого стока р. Зеравшан - 4,5-5,5 млрд. м<sup>3</sup> - Таджикистан использует только 0,15- 0,35 млрд. м, т.е. менее 5 %. Орошение в Ура-Тюбинской долине имеющих там неосвоенных земель возможно за счет водных ресурсов р. Зеравшан. Для этого имеются все необходимые условия. Если принять, что с учетом перспективы общая площадь орошаемых земель в Ура- Тюбинской зоне будет увеличена на 100 тыс. га, то при оросительной норме порядка 8500 м/га потребный для этого объем годового стока будет равен 850 млн.м. При соответствующем управлении стоком это не приведет к изменению существующего вододеления. Для этого будет необходимо многолетнее регулирование стока за счет строительства плотины с водохранилищем. Для эффективного использования р. Зеравшан как в энергетических, так и в водохозяйственных целях требуется многолетнее регулирование стока за счет строительства высокой плотины с водохранилищем. По расчетам, для гарантированного изъятия из реки Зеравшан в ее среднем течении объема

стока 850 млн. м требуется водохранилище объемом около 1,5 млрд. м. Для этого необходимо строительство плотины высотой 150 м. После этого напорным туннелем вода будет подаваться через Туркестанский хребет в Ура-Тюбинскую зону в целях использования ее в интересах энергетики и ирригации. Энергетическое использование стока осуществляется за счет строительства одной ГЭС непосредственно в створе плотины и каскада деривационных ГЭС на выходе из туннеля в долину Ура-Тюбе.

### **Выводы**

Система мониторинга должна быть ориентирована на получение данных о составе вод различного назначения в увязке с источниками загрязнения, оказывающими влияние на водные экосистемы. Следует провести инвентаризацию источников загрязнения, гидрохимическое и экологическое его районирование на предмет оптимального размещения отраслей промышленности и их воздействия на состояние речных экологических систем. Учитывая перспективы дальнейшего использования природно – ресурсного потенциала бассейна реки Зерафшан и связанное с этим возрастание антропогенного давления на него. Разработка схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов в бассейне, составление водохозяйственных балансов, инвентаризация основных фондов и своевременное ведение Государственного Водного Кадастра и Государственного реестра водохозяйственных сооружений;

Для решения существующих проблем в бассейне реки Зеравшан необходимо провести нижеследующие мероприятия:

1. Выполнение первоочередных мероприятий по предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;
2. Реализация первоочередных мероприятий по расширению системы особо охраняемых природных территорий бассейна и др.
3. Приобретение и применение современных приборов и оборудования, необходимых для гидропостов при проведении мониторинга и измерения водных ресурсов.
4. Реконструкция и модернизация оросительных систем с применением новой техники и технологии использования воды для повышения эффективности использования водных ресурсов и экологий.
5. Для преодоления эрозии почв необходимо провести ряд мероприятий, таких как агротехнические, лесомелиоративные, мелиоративно-технические (поперечная вспашка склонов, посевы люцерны и т.д.)

### **Список литературы**

1. Пулатов Я.Э. Взаимосвязь воды, энергии, продовольствия и экология в бассейне рек Зерафшан // материалы международной конференции «Рациональное использование водных ресурсов-основа достижения целей устойчивого развития», Ашгабат, 5-6 ноября 2019г. 325с.
2. Пулатов Я.Э. Информационная система управления ирригацией рек Зеравшан с применением «НЕКСУС» оценки и ГИС технологий // «Водных ресурсы энергетика и экология институт водных проблем, гидроэнергетики и

экологии Национальной академии наук Таджикистана» Душанбе-2021 (№1(1)) с75 //

3. Аналитический обзор. Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами бассейна реки Зерафшан. Проект ЕС - ПРООН (2009-2012): Содействие интегрированному управлению водными ресурсами и трансграничному диалогу в Центральной Азии, Душанбе, 2010, - 95с.

4. Схема Комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна Аральского моря» по Таджикской ССР. Раздел «Мелиоративное и водохозяйственное развитие» Книга 1. Современное состояние орошаемого земледелия, Душанбе, 1990.

5. Саидов И.И., Олимов К.З. Проблемы обеспечения гидроэкологической безопасности Зеравшанского речного бассейна. Таджикистан передовая страна в решении глобальных водных проблем. Сб. научных трудов ГУ «ТаджикНИИГиМ», Душанбе, Контраст, 2018, -344с.

6. Петров Г.Н., Ахмедов Х.М. Комплексное использование водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии. Современное состояние, проблемы и пути решения / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов; Акад. наук Республики Таджикистан. Душанбе: Дониш, 2011. - С. 49с.

7. Материалы обобщения государственного учета использования вод по Республике Таджикистан за 2000-2006 гг. ГУ «ТаджикНИИГиМ», Душанбе, 2007.

8. Схема переброски части стока реки Зерафшан для орошения земель в Ура-Тюбинской группе районов Таджикской ССР, Душанбе, 1984.

9. Тахиров И. Г., Купайи Г. Д. Водные ресурсы Республики Таджикистан. Часть I. / НПИЦентр. – Душанбе, 1994. – 182 с.

#### **ТАҲЛИЛ ВА АРЗЁБИИ ҲОЛАТИ МАВҶУДАИ ТАНЗИМ, ИСТИФОДА ВА ҲИФЗИ ЗАХИРАҲОИ ОБ ДАР ҲАВЗАИ ДАРӢИ ЗАРАФШОН**

*Аннотатсия:* Дар мақола натиҷаҳои тадқиқот оид ба вазъи ҳавзаи дарёи Зарафшон оварда шуда, шароити табию иқлимӣ ва хусусиятҳои обёрӣи он, ки ба раванди ташаккул ва истифодаи ҷараёни дарё таъсир мерасонанд, таҳлил карда шудааст. Истеъмолкунандагони об ва истифодабарандагони оби ҳавза муайян карда шуда, баъзе характеристикаҳои майдонҳои кишти ҳавза оварда шудаанд. Барои бартараф намудани проблемаҳои мавҷудаи об тадбирҳои гуногун тавсия карда мешаванд.

*Калидвожаҳо:* захираҳои об, ҳавзаи дарёҳо, майдони обёрӣшаванда, иншооти гидротехникӣ, тадбирҳои мелиоративӣ, обанборҳо.

#### **ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE EXISTING SITUATION OF MANAGEMENT, USE AND PROTECTION OF WATER RESOURCES IN THE ZERAVSHAN RIVER BASIN**

*Annotation.* The article presents the results of studies on the state of the Zerafshan River basin, analyzes the natural, climatic conditions and irrigation features that influence the process of formation and use of river flow. Water consumers and water users of the basin are identified, and some characteristics of the crop areas of the basin are given. Various measures are recommended to eliminate existing water problems.

*Keywords: water resources, river basin, irrigated area, hydraulic structures, reclamation measures, reservoirs.*

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ДАНГАРИНСКОГО МАССИВА**

**Розиков А.А.**

*Дангаринский государственный университет*

***Аннотация:** В статье излагаются результаты многолетних исследований (2018-2020 гг) по разработке рационального поливного режима хлопчатника на типичном сероземе Дангаринского массива, обеспечивающий получение высоких и качественных урожаев хлопка-сырца при экономном расходовании оросительной воды. Установлена оптимальная схема поливов, поливные и оросительные нормы хлопчатника.*

***Ключевые слова:** режим орошения, схема поливов, поливная норма, оросительная норма, хлопка-сыреца, урожайность.*

Одной из основных причин низкой урожайности сельскохозяйственных культур является нерациональное использование водных ресурсов и неудовлетворительное мелиоративное состояние орошаемых земель.

В производственных условиях Дангаринского массива поливы хлопчатника устанавливаются визуально, без дифференциации числа поливов по фазам развития, поливы проводятся большими нормами и с растянутым межполивным периодом, наблюдается большие непроизводительные потери (поверхностный сброс, фильтрация и испарение), т.е КПД при бороздковом поливе и продуктивность использования оросительной воды очень низкий. Все это сдерживает рост урожайности хлопчатника и влечет нерациональное использование поливной воды [1, 2].

Для оптимизации режима орошения хлопчатника в различных почвенно-климатических условиях хлопкосеющей зоны Центральной Азии занимались многие ученые:

- А.П. Кочетков (1961), проводивший многолетние исследования в Гиссарской долине Таджикистана, установил, что оптимальные условия водообеспеченности хлопчатника сорта 108-Ф складываются при предполивной влажности почвы 70-75% от ППВ в течение всего вегетационного периода [3];

- М. Баракаев и А. Тоштемиров (1974), изучая режимы орошения хлопчатника сортов Ташкент 1, 2, 3 в сравнении с сортом 108-Ф на Самаркандской опытной станции хлопководства, установили, что на среднесуглинистой почве оптимальной предполивной влажностью для этих сортов была схема 70-70-60% ППВ, при соблюдении которой были получены высокие урожаи – 42-45 ц/га хлопка-сырца [4];.

- Схему полива предполивной влажности почвы на уровне 70-70-60% ППВ рекомендуют С. Муслимов и Э. Лифшиц (1981) для условий староорошаемых тяжелосуглинистых почв Ташкентской области [5];
- Э. Лифшиц и В. Курочкин (1985) схему 70-70-60% от ППВ рекомендовали и при возделывании хлопчатника в севообороте на типичном незасоленном сероземе ЦЭБ СоюзНИХИ. При этом варианте было проведено 6 поливов по схеме 2-3-1 оросительной нормой 5500 м<sup>3</sup>/га [6];
- С.А. Гильдиев и Т. Насыров (1973) в опытах с тонковолокнистым хлопчатником сорта 5904-И на такырных почвах Каршинской степи, А. Чарыев и К. Ходжамуратов (1975) при исследовании сорта 9647-И в Копет-Дагской равнине, Т. Кучугурова и Э. Яцкова (1977) в условиях среднесуглинистого серозема на Киргизской опытной станции по хлопководству установили нижний предел оптимальной влажности при глубоком залегании грунтовых вод на уровне 70-70-60% от ППВ [7, 8, 9];
- С.С. Сатибалдиев и А.И. Ефанова (1971) оптимальными условиями для развития растений хлопчатника сорта 108-Ф на тяжелосуглинистом сероземе с прослойками глины в Яванской долине считают проведение 7 поливов по схеме 3-4-0, получение высокого доморозного урожая – 42 ц/га соответствовало предполивной влажности на уровне 70-70-70% ППВ [10];
- По данным исследований Ак-Кавакской опытной станции СоюзНИХИ (Меднис, 1975), Туркменского НИИ земледелия в зоне Каракумского канала (Сеиткулов, 1971), институтами физиологии и экспериментальной биологии АН Узбекистана в Ташкентской области (Петинов, Сидиков, Самиев, 1973) установлено, что для светлых сероземов и светлых супесчаных сероземов нижняя граница оптимальной влажности почвы соответствует (65-70)-(60-65)-(60-65)% от ППВ [11];
- В Гиссарской долине И.Д. Блиновым (1963), О. Набиевым (1971) доказывается необходимость дифференциации уровня предполивной влажности почвы в зависимости от сортовых особенностей хлопчатника [12, 13];
- Т. Тураев (1971), А. Махамбетов и А.В. Шуравилин (1982), Т. Носиров (1982) отмечают, что скороспелые сорта хлопчатника требуют повышенного уровня предполивной влажности почвы и этот показатель изменяется в зависимости от фона плодородия [14, 15];
- Исследования, проведенные на посевах хлопчатника (Беспалов, Домуллоджанов, 1982), согласованно показывают, что на всех орошаемых землях с глубоким залеганием грунтовых вод мощностью почвенного покрова до 1м, каменистых и подверженных засолению почвах наибольший урожай формируется при поддержании предполивной влажности на уровне 75-75-60% ППВ. Повышенная предполивная влажность почвы на засоленных землях устанавливается с целью разбавления почвенного раствора и предупреждения реставрации засоления [16];
- Более высокую предполивную влажность почвы – 75-80% ППВ К. Хаммадов (1989) рекомендуют для орошения лугово-такырных почв. Б.

Анарбаев, З. Алимов, Т. Сагимбеков (1976), изучая режим орошения хлопчатника в Южном Казахстане, считают, что повышенная предполивная влажность 80-80-60% от ППВ становится оптимальной на новоорошаемых землях [17, 18];

Результаты аналитических исследований показало, что существующие рекомендации по режимам орошения хлопчатника являются весьма ориентировочными, поскольку опытные данные по режиму орошения хлопчатника применительно к типичным сероземам Дангаринского массива до последнего времени отсутствовали [19].

Анализ и исследования существующей технологии полива (поверхностный полив по бороздам) сельскохозяйственных культур на орошаемых землях 1-ой очереди Дангаринского массива показало, что из-за несоблюдения оптимальных параметров режима орошения (сроки, схемы и нормы поливов) и техники полива (длина борозды, величина струи в начале борозды, продолжительность полива и т.д.) привело к деградации почвы и оврагообразованию. В результате этого ухудшилось мелиоративное состояние орошаемых земель и экологическое состояние окружающей среды, что привело к резкому уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и снижению эффективности водно-земельных ресурсов. Например, из-за смыва, оползневых явлений и оврагообразований на площадях, расположенных вдоль «Центрального сброса» и берегов «Тоирсу» имеет место вывод земель из сельскохозяйственного оборота. [19].

В связи с этим целью наших исследований было разработка методов рационального использования водных ресурсов путём оптимизации поливного режима (количество, сроки поливов, поливные и оросительные нормы и т.д.) и суммарного испарения (водопотребления) хлопчатника в условиях Дангаринского массива, обеспечивающих получение высоких и качественных урожаев хлопка-сырца при экономном расходовании оросительной воды.

В соответствии с поставленной целью определены следующие основные задачи:

- Определить основные водно-физические свойства и гранулометрический состав почвы опытного участка для установления параметров режима орошения;
- Установить оптимальное число поливов их распределение по фазам развития, поливные и оросительные нормы хлопчатника;
- Определить суммарное испарение хлопчатника и составить водный баланс;
- Определить биофизический, биологический и биоклиматический коэффициенты для расчета водопотребления хлопчатника;
- Выявить особенности роста и развития растений, а также формирование величины, качество хлопка-сырца в зависимости от различных режимов орошения;

- Определить экономическую эффективность и проводить производственную проверку оптимального режима орошения.

Исследования проводились в 2018-2020 г.г. на староорошаемом типичном сероземе методом закладки стационарного полевого опыта на территории фермерского хозяйства «Сунатулло» Дангаринского района. Сопоставлялись результаты пяти вариантов (Таблица 1.):

**Таблица 1.** Схема полевого опыта.

Номер варианта	Схема полива	Распределение поливов по фазам развития		
		всходы - цветение	цветение - плодообразование	созревание
1	«Производственный» (контроль)	по фактическим замерам		
2	1-2-1	1	2	1
3	1-3-1	1	3	1
4	2-4-1	2	4	1
5	3-5-1	2	5	1

На контроле (вариант 1) поливы проводились в сроки и по нормам, принятым в фермерском хозяйстве.

На остальных вариантах опыта поливы проводились согласно схеме опыта и по методике СоюзНИХИ [3].

Учеты показали, что на контроле приходилось 4 полива по схеме 0-2-2, а фактическая оросительная норма составила 7884 м<sup>3</sup>/га. Поверхностный сброс изменялся от 21 до 38,5% от поливной нормы.

На варианте 2, 3, 4, 5, где поливы проводились по схеме 1-2-1, 1-3-1, 2-4-1 и 3-5-1, фактическая оросительная норма соответственно составила 4784, 5740, 7152 и 9128 м<sup>3</sup>/га.

Обобщение материалов трехлетнего исследований показало, что в производственных условиях поливы проводятся большими поливными нормами, продолжительными межполивными периодами и по низкой влажности почвы.

Полученные различия в кратности проведения поливов, поливных и оросительных нормах по вариантам опыта оказали большое влияние на высоту главного стебля, площади листьев и воздушно-сухую биомассу хлопчатника

Ежегодно учет урожая хлопка-сырца проводился строго по учетной части делянок по каждому варианту и повторению опыта, а полученные данные переводились на кондиционный вес согласно ГОСТу 10202-71 на хлопок-сырец ручного сбора.

Многолетние исследования показали, что доморозный и общий урожай хлопка-сырца в зависимости от величины предполивной влажности почвы, поливных и оросительных норм существенно различаются. Выяснилось, что

урожай хлопка-сырца находится в соответствии с закономерностями, установленными за развитием и плодоношением хлопчатника. Во все годы проведения опытов наиболее низкий доморозный и общий урожай получен на вариантах 1 и 2 – соответственно «производственный контроль» и поливы по схеме 1-2-1. (Таблица 2).

Следует отметить, что на этих вариантах из-за поздних поливов происходило интенсивное раскрытие коробочек после первого заморозка, что обеспечило большую долю послеморозных сборов, которая составила 85-93%.

**Таблица 2.** Влияние режимов орошения на урожай хлопка-сырца, ц/га.

Номер варианта	Год			В среднем за три года	Удельные затраты воды на 1ц хлопка-сырца, м <sup>3</sup>	Оплата 1 м <sup>3</sup> воды урожаем, кг
	2018	2019	2020			
1	26,9	29,1	25,3	27,1	290,9	0,34
2	25,4	26,2	22,1	24,5	195,3	0,51
3	30,2	31,3	27,6	29,7	193,3	0,52
4	40,4	42,3	38,1	40,3	177,5	0,56
5	35,6	37,3	33,6	35,5	257,1	0,39
НСР <sub>0,5</sub> ц/га	2,8	3,1	2,9	2,6	-	-
НСР <sub>0,5</sub> , %	5,2	7,4	6,1	6,2	-	-

Таким образом, в среднем их трех лет проведения полевого опыта формирование наибольшего доморозного и общего урожая хлопка-сырца с наименьшим расходом воды 1ц урожая и высокой оплаты воды урожаем достигалось при поливах по схеме 2-4-1. Для этого потребовалось проводить 7 поливов с оросительной нормой в среднем 7152 м<sup>3</sup>/га.

#### **Заключение**

1. В условиях типичных сероземов Дангаринского массива с уровнем грунтовых вод ниже 3-х метров оптимальным режимом орошения, обеспечивающим получение наибольшего качественного урожая хлопка-сырца, является схеме полива 2-4-1 в расчетных слоях почвы 0-70 см в периоды до цветения и в созревании, 0-100см – в период цветения-плодообразования. Для соблюдения этих условий средневолокнистому хлопчатнику необходимо 7 поливов, из них два полива до цветения, четыре полива – в период цветения-плодообразования и один полив в период созревания с оросительной нормой в среднем 7152 м<sup>3</sup>/га. При этом обеспечивается получение в среднем 40,3 ц/га хлопка-сырца, из которых 37,7 ц/га являются доморозными сборами.

2. Поливы, проводимые в производственных условиях, не обеспечивают оптимальный водный режим почвы. В этом случае при 4 поливах за вегетацию большими поливными нормами и длинными межполивными периодами предполивная влажность почвы снижается до 45 % от НВ, что приводит к существенному снижению урожая – в среднем 13,2 ц/га по сравнению с оптимальным вариантом. При этом оросительная норма на 10,2 % выше, чем на оптимальном варианте.

#### Список литературы

1. Домуллоджанов Х.Д. Гидромодульное районирование и режим орошения культур хлопкового севооборота в хлопкосеющей зоне Таджикистана. Автореферат доктор. дисс., Ташкент, 1991, 44с.

2. Пулатов Я.Э., Азизов Н. Техника и технология орошения хлопчатника на каменистых почвах Северного Таджикистана, Душанбе, 2009, 164с.

3. Кочетков А.П. Принципы установления правильных поливных режимов хлопчатника в условиях серозёмных почв Гиссарской долины. - Бюллетень НТИ ТНИИЗ, №1, 1961.79.

4. Баракев М., Тоштемиоров А. Алияние режима орошения на урожайность хлопчатника ташкентских сортов. – Орошение в хлопководстве. Труды СоюзНИХИ, вып.27. – Ташкент, 1974, с.57-81с.

5. Муслимов С., Лифшиц Э. Режим орошения хлопчатника на типичных серозёмах. - Ж.Хлопководство, 1981, №5, с.32-33.

6. Лифшиц Э., Курочкин В. Режим орошения хлопчатника в севообороте. - Ж.Хлопководство, 1985, №6, с.32-33.

7. Гильдиев С.А., Насыров Т. Поливы тонковолокнистого хлопчатника в Каршинской степи. – Ж.Хлопководство, 1973, №6, с. 33-35.

8. Чарыев А. Ходжамуратов К. Поливной режим тонковолокнистого хлопчатника. - ж.Хлопководство, 1975, №11, с.41.

9. Кучугурова Т., Яцкова Э. Определение режима орошения хлопчатника. - Хлопководство, 1977, №, с.26-28.

10. Сатибалдиев С., Ефанова А.И. Режим орошения хлопчатника, в Яванской долине. - Ж.Хлопководство, 1971, №5, с.40.

11. Меднис М.П., Чоршанбиев Э. Режим орошения тонковолокнистого хлопчатника. - Ж.Хлопководство, 1975, Л5, с.24-25.

12. Блинов И.Д. Орошение различных по скороспелости сортов хлопчатника в условиях Гиссарской долины.: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. с-х. наук. – Душанбе, 1963, 21 с.

13. Набиев О. Изучение и внедрение режимов орошения хлопчатника сортов ГИС-431 и 108-Ф в условиях Гиссарской долины. – Автореф. дисс. на соиск.уч.степ.канд.с.-х. наук. - Ташкент, 1971, 23 с.

14. Тураев Т. Изучение поливного режима советского тонковолокнистого хлопчатника в условиях староорошаемых почв Вахшской долины, на фоне глубокой запашки люцерны. - Дисс.на.соиск.уч.степ.канд.с.-х.наук. - Душанбе, 1971, 133 с.

15. . Носиров Т. Поливной режим тонковолокнистого хлопчатника, сорта С-6037.-В кн.: 0 дальнейшем развитии производства тонковолокнистого хлопка в Узбекской ССР. - Ташкент, 1982, с.84-85.

16. Беспалов Н.Ф., Домулоджанов Х.Д. Слагаемые оптимального режима орошения. – Ж.Хлопководство, 1983, №6, с.37-39.

17. Хаммадов К. Оптимальное сочетание удобрений и поливов. - Ж. Агропромышленный комплекс Туркменистана, 1989, №1, с.34-35.

18. Анарбаев Б., Алимов З., Сагимбеков Т. Изучение режима орошения хлопчатника на новоорошаемых землях Кызылкумской степи. – Труды СоюзНИХИ, вып. 34. – Ташкент, 1976. С.94-98.

19. Пулатов Я.Э., Розиков А. Совершенствование режима орошения хлопчатника в условиях Дангаринской долины Таджикистана // Ж.Кишоварз, 2(91) 2021. –С.80-83.

#### **ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ ОБ ЗИМНИ ПАРВАРИШИ ПАХТА ДАР ШАРОИТИ МАССИВИ ДАНГАРА**

*Аннотатсия.* Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти чандинсола (2018-2020) оид ба таҳияи режими оқилонаи обёрии пахта дар хоки хокистаррангии маъмулии массиви Дангара, таъмини ҳосили баланд ва хушсифати пахтаи хом бо истифодаи сарфакоронаи оби обёрӣ оварда шудааст. . Схемаи оптималии обёрӣ, нормаҳои обёрӣ ва обёрӣи пахтазор муқаррар карда шудааст.

*Калидвожаҳо:* режими обёрӣ, схемаи обёрӣ, меъёри обёрӣ, меъёри обёрӣ, пахтаи хом, ҳосил.

#### **RATIONAL USE OF WATER WHEN GROWING COTTON IN THE DANGARINSKY MASSIF CONDITIONS**

*Annotation.* The article presents the results of many years of research (2018-2020) on the development of a rational irrigation regime for cotton on typical gray soil of the Dangara massif, ensuring high and high-quality yields of raw cotton with economical use of irrigation water. An optimal irrigation scheme, watering and irrigation standards for cotton have been established.

*Keywords:* irrigation regime, irrigation scheme, irrigation norm, irrigation norm, raw cotton, yield.

#### **CURRENT SITUATION AND PROSPECT OF THE DEVELOPMENT OF DRIP IRRIGATION WATER-SAVING AGRICULTURE IN ARID OASIS AREAS**

**Wang Z.H.**

<sup>1</sup> College of Water Conservancy & Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

<sup>2</sup> Key Laboratory of Modern Water-Saving Irrigation of Xinjiang Production & Construction Group, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

<sup>3</sup> Key Laboratory of Northwest Oasis Water-Saving Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, PR China

**Annotation:** *The article provides an overview of the genesis of drip irrigation technology and its practical implementation in Xinjiang. Significantly, substantial advancements have been achieved in the realms of water conservation and salinity control theory, the innovation and production of pivotal drip irrigation equipment, and the establishment of a robust quality and efficiency framework. Nevertheless, challenges persist in the development of drip irrigation technology in arid regions, chiefly stemming from water scarcity and soil salinization. To address these issues, water-saving and diversion initiatives have been introduced to bolster the available water resources for agricultural purposes. Furthermore, the cultivation of drought-resistant crop varieties, the expedited creation of high-quality farmlands, the implementation of sediment gradient management systems, and the adoption of novel irrigation paradigms collectively offer innovative avenues for advancing drip irrigation technology and promoting water-efficient agriculture in arid areas.*

**Keywords:** *Drip Irrigation, water-saving irrigation, grain crops, cotton, specialty fruits and forests, efficient use of water resources, water conservation and salt control, quality and efficiency improvement*

## **1. Introduction**

Within the context of the evolving global climate, arid regions confront ever more pressing water resource constraints. Xinjiang, as one of China's paramount arid regions, boasts abundant light, warmth, and arable terrain. It serves as a crucial grain reserve stronghold, a hub for top-tier commercial cotton production, and a center for the cultivation of distinctive forests and fruits. Nevertheless, Xinjiang grapples with the constraint of being landlocked and contends with meager annual precipitation, registering at less than 200 mm, which accounts for approximately 47% of China's average precipitation. In tandem, evaporation rates exceed 1,000 mm. A stark dichotomy emerges when considering that Xinjiang's agricultural water consumption stands at a staggering 91% [1, 2]. In light of this formidable challenge, the quest for water management technologies that are both efficient and sustainable takes on paramount significance [3].

Drip irrigation coupled with precision fertilization technology stands prominently as one of the most advanced methodologies for achieving precision in water conservation and precise delivery of fertilizers. It delivers the requisite water and nutrients to crops through drip irrigation infrastructure, confining them within the effective root zone of the crop. This precision allows for meticulous control over the regulation of water and fertilizer. The origins of this technology can be traced back to Israel, and it has found widespread adoption in more than 80 countries and regions across the globe.

In the arid expanse of Xinjiang, where drip irrigation technology has been deployed extensively and early, a wealth of experiential knowledge has been garnered. Notably, the Xinjiang Production and Construction Corps commenced large-scale implementation of drip irrigation technology in 1996, propelling the rapid evolution of water-saving irrigation practices within the Xinjiang Uygur Autonomous Region [4]. As of the conclusion of 2018, the cumulative area under drip irrigation technology deployment in Xinjiang had reached an impressive 3.53 million hectares, encompassing over 60% of the national drip irrigation footprint (Fig. 1). This accomplishment has given rise to a contemporary precision agriculture technology ecosystem centered around water-conserving drip irrigation

technology. Our analysis of the efficacy of this technology's application furnishes a scientific foundation and pragmatic guidance for the management of water resources and the development of agriculture in Xinjiang and analogous arid domains across China.

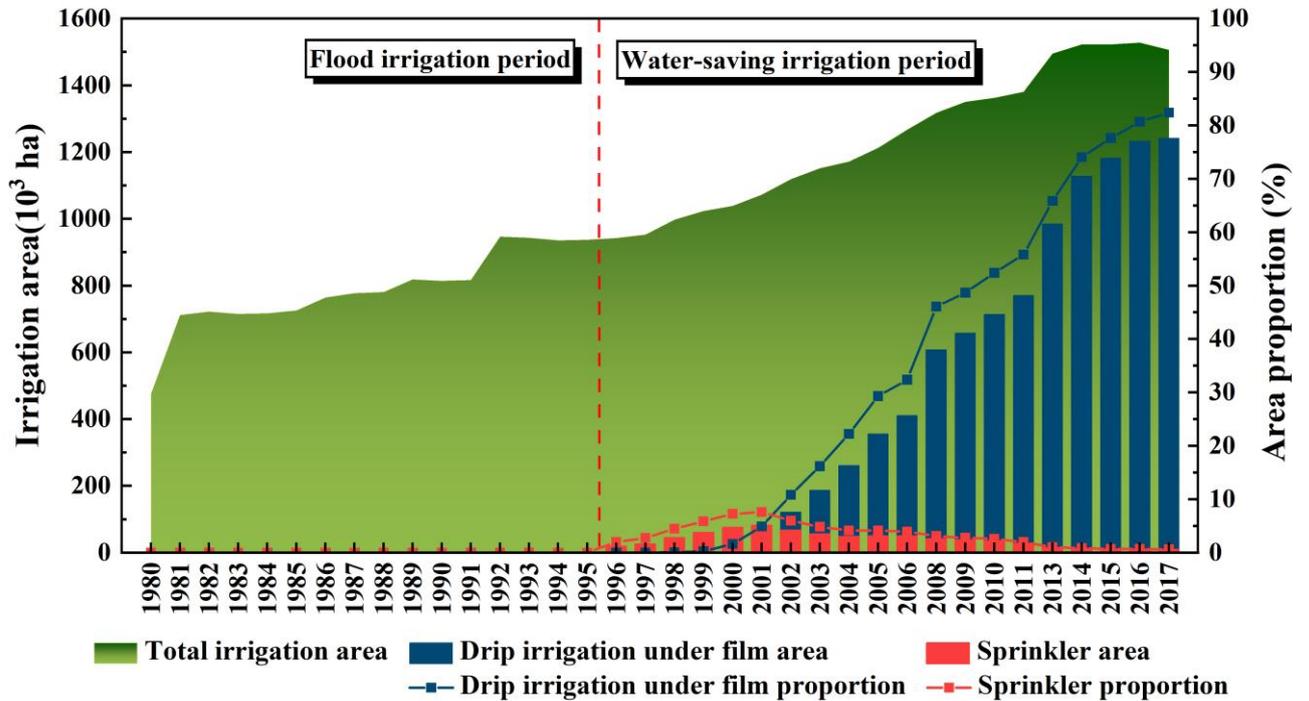


Fig. 1 Agricultural areas irrigated with different approaches, showing the transition to water-saving technologies in Xinjiang.

## 2. Innovation research and development of drip irrigation technology in arid areas

Xinjiang has emerged as a global frontrunner in the realm of water-saving irrigation, with a focal point on drip irrigation, encompassing an expansive area exceeding 4.33 million hectares. This remarkable achievement has been accompanied by a sustained uptick in grain production, substantial enhancements in cotton production (accounting for 90.2% of China's total cotton output)[5, 6], both in terms of quantity and quality, and the ascension of specialty fruits and forestry products to preeminence in the market. Within the arid precincts of Xinjiang, irrigated agriculture has coalesced into a drip irrigation technology framework distinguished by regional characteristics.

Against this backdrop, our team has pioneered innovative approaches. We introduced a "fertility + non-fertility" mechanism for water and salinity control [7], tailored specifically for drip-irrigated wheat and replanted crops in northern Xinjiang. Furthermore, for drip-irrigated cotton in arid regions, we have ingeniously embraced methods encompassing "fertility + non-fertility" and "drip irrigation + culvert pipe drainage" for water and salinity regulation. Our study has also elucidated the water- and salt-saving irrigation system pertaining to drip irrigation for specialty fruits and forests, thus offering invaluable directives for irrigation management.

Within the precincts of the drip irrigation system, we have devised a collaborative sediment treatment technology system. This pioneering system is

proficient in filtering out more than 90% of sediment, consequently effecting significant reductions in water consumption and power dissipation. Moreover, we have engineered a range of novel irrigators specially tailored for grain, cotton, and fruit cultivation, boasting flow indices ranging from 0.42 to 0.47 (Fig. 2). This portfolio of irrigators has generated savings surpassing 40 billion CNY for Xinjiang's grain, cotton, and fruit cultivation sectors[8, 9].

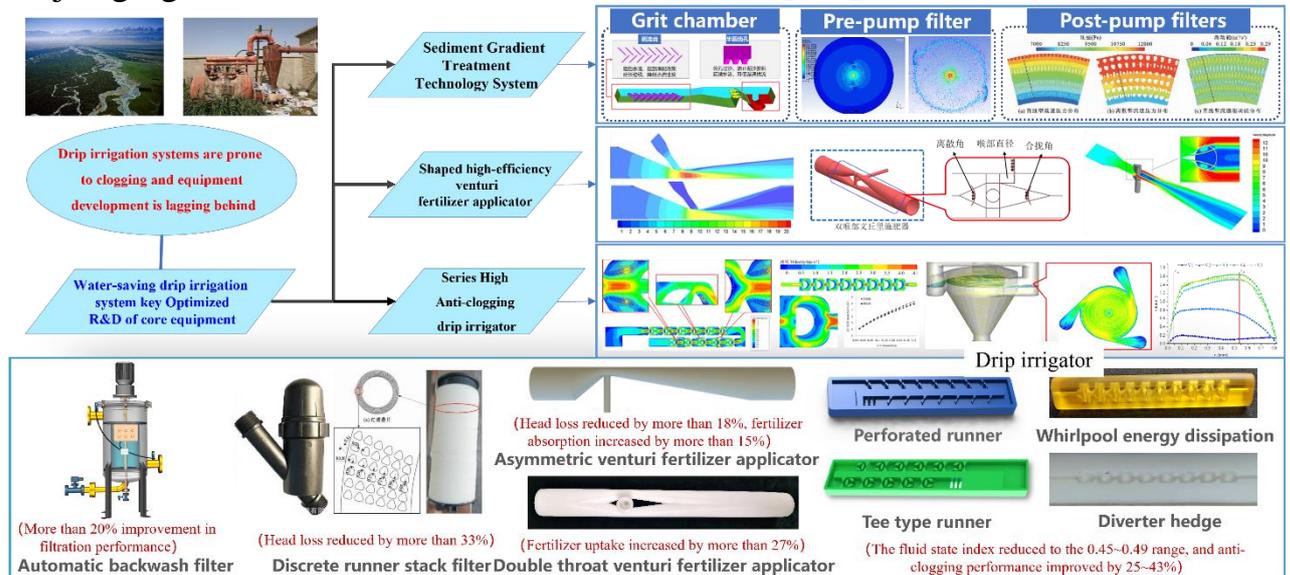


Fig. 2 Team-developed filters, irrigators, fertilizers and an innovative sediment gradient filtration system.

Our research endeavors yielded a well-defined water and fertilizer management system tailored to the requirements of drip-irrigated wheat and reseeded crops. Additionally, we introduced an integrated model designed to enhance water conservation and efficiency in the context of drip-irrigated cotton under the canopy. Notably, when maintaining an irrigation volume to nitrogen application ratio of 2.77, soil nitrate nitrogen achieved a more even distribution across the root zone, significantly mitigating the impact of stress[10]. Furthermore, we established a pivotal technological framework aimed at conserving water, augmenting quality, and bolstering the efficiency of specialty fruits and forest crops in arid regions. Our findings also unveiled a distinctive "bimodal" nutrient demand pattern among crops subjected to drip irrigation.

### 3. Problems in the application of drip irrigation technology in arid areas

In accordance with the Xinjiang Total Water Consumption Control Program, it is imperative that by the year 2030, the Corps drastically curtail its overall water usage to a level below 11.09 billion m<sup>3</sup>, with a particular emphasis on reducing the share of water allocated for agricultural purposes to less than 85%, equivalent to 9.4 billion m<sup>3</sup>. As matters stand today, the Corps' factual agricultural water consumption has already surged to 12.1 billion m<sup>3</sup>, unveiling a conspicuous water resource deficit amounting to 2.7 billion m<sup>3</sup>. Aligning with the national strategic imperatives, the Corps anticipates a requisite expansion of 100,000 hectares of agricultural land, demanding approximately 300 million m<sup>3</sup> of water. In 2023, the Corps is committed to supplementing its arable lands with 67,000 hectares for grain cultivation, with an analogous addition slated for 2024, cumulating to an

approximate total of 267,000 hectares of newly irrigated terrain. This substantial expansion will be made possible through land development, the reclamation of fallow land, reseeding initiatives, and the adept management of saline lands. In line with a per-hectare water demand of 7,500 m<sup>3</sup>, an additional 2 billion m<sup>3</sup> of water will be indispensably requisite to facilitate these developments (Fig. 3).

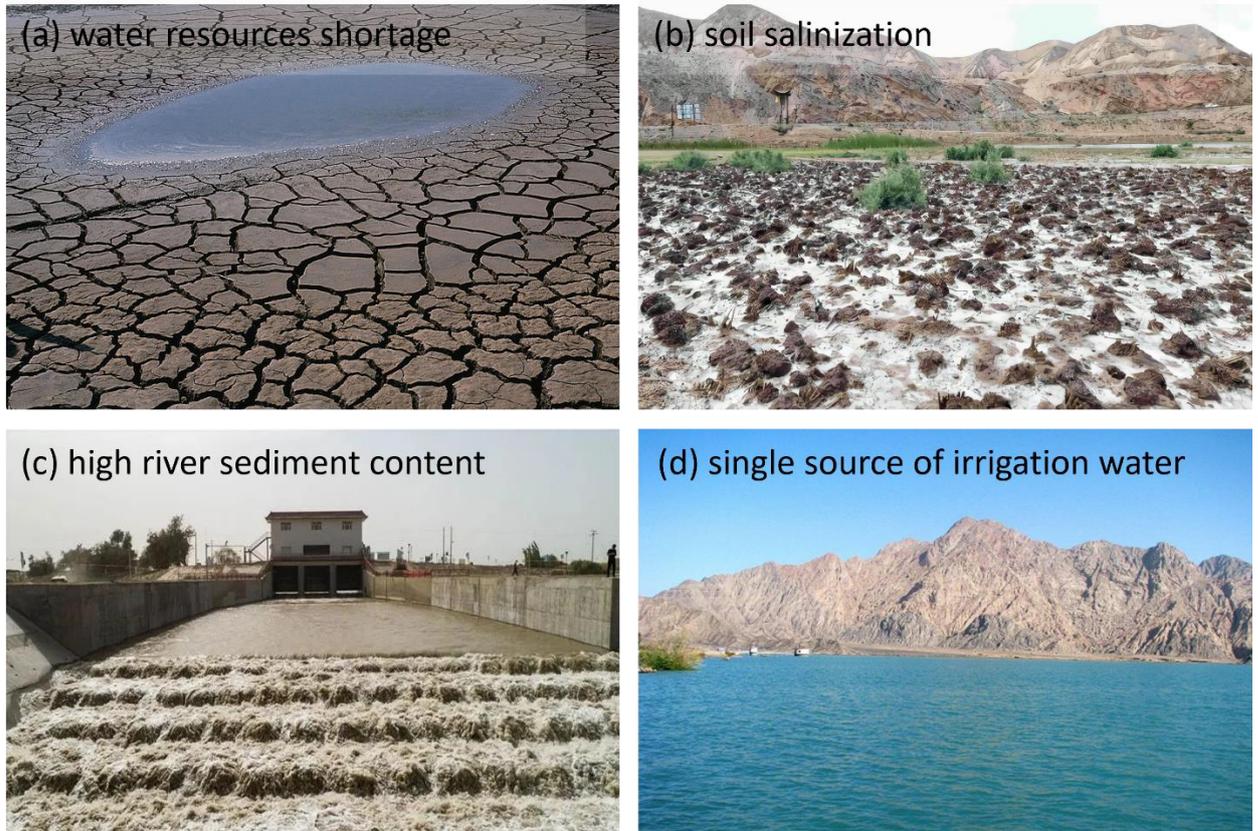


Fig. 3 Main factors constraining the development of drip irrigation water-saving agriculture in arid areas

#### **4. Comprehensive Program for Water Security of Drip Irrigation in Arid Regions of Xinjiang**

##### **4.1 Water Conservation and Diversification Program**

Facilitating the expeditious establishment of extensive mountain reservoirs of large and medium proportions constitutes a pivotal agenda. Furthermore, active endeavors are underway to propel the preliminary initiatives for vast reservoir projects aimed at water transference to the southern frontier. Simultaneously, a concerted drive towards the construction of diminutive reservoirs is gaining momentum. The execution of multifaceted schemes encompassing "coordinated management of mountain and plain reservoirs for water preservation," "attenuation of seepage and vaporization in plain reservoirs for water conservation," and "silt removal and augmentation of plain reservoirs for water preservation" augments the retention capabilities of mountain reservoirs and optimizes the storage competence of plain reservoirs.

Bolstering the comprehensive modernization of large and medium-scale irrigation districts via overhauls and water-saving innovations represents a paramount initiative. Transformational projects like "Canal Wells for the New Era," "Canal Refurbishment," "Self-Pressurized Pipeline Networks," "High-

Standard Small-Cellar Sand Sedimentation Basins," and "Precision Automated Monitoring of Water Quality and Quantity" have been diligently implemented to elevate the hydraulic infrastructure of irrigation districts, with particular emphasis on the rejuvenation of ultimate conduits and the construction of associated amenities. These endeavors are aimed at assuring the optimal efficiency of the farmland irrigation system (Fig. 4).

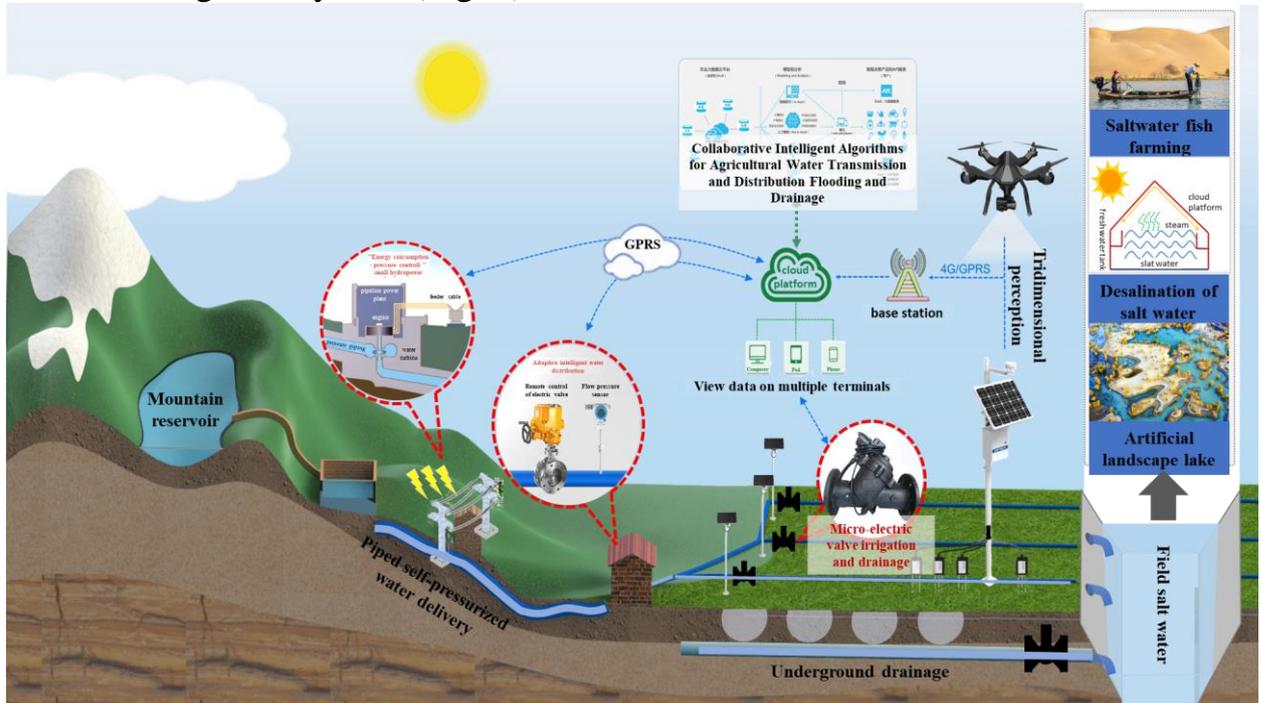


Fig. 4 Water saving and diversification project's irrigation water whole stream supporting use system

#### 4.2 Water Transfer and Expansion Program

An array of measures has been orchestrated to bolster water resource reserves, encompassing the construction of novel regulating reservoirs, the augmentation of pre-existing reservoirs, the establishment of subterranean reservoirs, and the judicious harnessing of groundwater. In tandem, regions endowed with recharge-friendly subterranean aquifers, commendable permeability, and substantive storage capacity are identified for the establishment of subterranean reservoirs. Furthermore, areas conducive to groundwater resource amplification are identified. This comprehensive initiative, focused on storage expansion, is anticipated to contribute an impressive 900 million m<sup>3</sup> to the water resource inventory.

In the bountiful water realm of the Erie Valley, an intricate "power station - pumping station - high-level pool - self-pressurized drip irrigation" system is in the developmental pipeline. This system is poised to actualize the harnessing of water resources in proximity to the irrigation of arid highland fields. Projections indicate a substantial augmentation of water resources by 300 million m<sup>3</sup> (Fig. 5).

In parallel, cutting-edge methods such as "brackish water desalination" and "chemical utilization of brackish water resources" have been adopted. These methods leverage suitable brackish water desalination procedures and cutting-edge equipment, including ultrafiltration and reverse osmosis, to harness brackish water resources exceeding 3 grams per liter. This groundbreaking initiative is anticipated

to bolster water resources by an impressive 1.3 billion m<sup>3</sup>, either through augmentation or preservation.

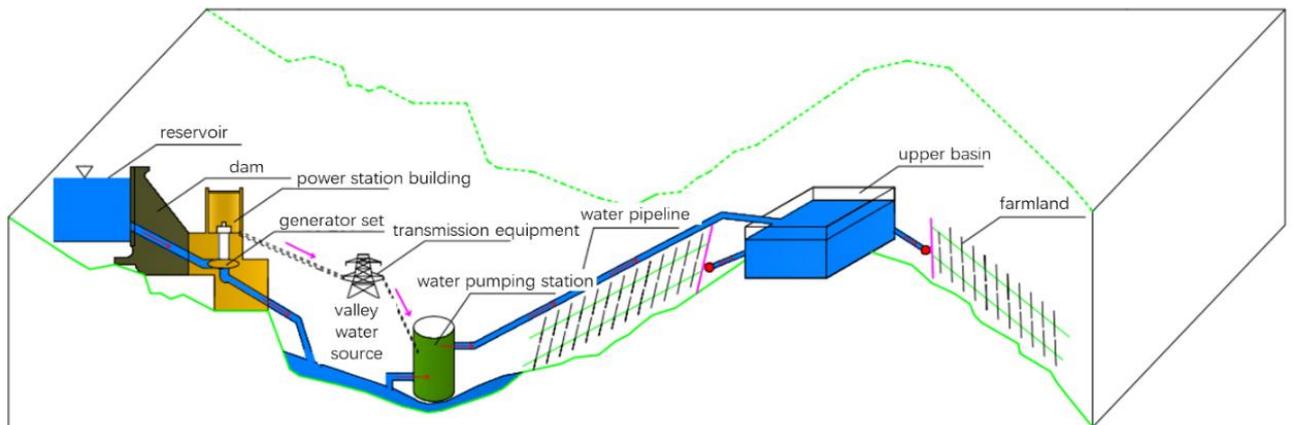


Fig. 5 Detailed engineering scheme for transferring water from low to high level

Through the adoption of technical measures such as "desalination of brackish water and chemical utilization of brackish water resources", and the use of appropriate brackish water desalination treatment processes and equipment, such as ultrafiltration and reverse osmosis, brackish water resources greater than 3 g L<sup>-1</sup> are being developed and utilized. The project is expected to add or save 1.3 billion m<sup>3</sup> of water resources.

### **5. New ideas and initiatives for the further development of drip irrigation and water-saving agriculture in arid zones**

To further advance the sustainable development of drip irrigation and water-saving agriculture, we must embrace novel concepts and initiatives:

(1) **Leveraging Modern Bio-Breeding Technology:** Collaborative efforts between scientific research institutions and enterprises should be harnessed to harness exceptional genetic resources characterized by drought resistance and salinity tolerance. This can be facilitated through the comprehensive utilization of modern bio-breeding technology.

(2) **Expeditious Expansion of High-Standard Farmland:** There's an imperative to expedite the construction of high-standard farmland while progressively elevating the status of all permanent foundational farmland to meet high-standard criteria.

(3) **Integration of Synergistic Control Systems:** The integration of water, fertilizer, and salinity control technology systems tailored to diverse crops is paramount. This approach ensures a harmonious balance that optimizes crop growth.

(4) **Innovation in Core Water-Saving Equipment:** Research and development initiatives must focus on creating new, high-performance filters, fertilizers, irrigators, and other essential core components for drip irrigation systems. Furthermore, the establishment of a "three-in-one sediment gradient synergistic high-efficiency treatment system," encompassing sand interception at canal heads, sedimentation pond-based purification, and pre-pump and post-pump sand filtration, is instrumental in promoting the sustainable utilization of water resources.

Considering geographic peculiarities, new irrigation paradigms such as mountain reservoirs-regulated sedimentation tanks-self-pressurized drip irrigation and high-standard small cellar-type sedimentation tanks-combined filters-small-flow pressurized drip irrigation have been championed. These innovative modes aim to augment the intensive and economical utilization of water resources, contributing to the sustainable advancement of water-saving agriculture.

### References

1. Chen, R., Wang, Z., Wang, T., Wu, X., 2022. Irrigation quotas influenced the characteristics of the preferential flow in cotton fields under mulched drip irrigation in Northwest China. *Soil and Water Research* 17, 170-179.
2. Ma, K., Wang, Z., Li, H., Wang, T., Chen, R., 2022. Effects of nitrogen application and brackish water irrigation on yield and quality of cotton. *Agric. Water Manage.* 264, 107512.
3. Wang, T., Wang, Z., Guo, L., Zhang, J., Li, W., He, H., Zong, R., Wang, D., Jia, Z., Wen, Y., 2021. Experiences and challenges of agricultural development in an artificial oasis: A review. *Agricultural Systems* 193, 103220.
4. Zong, R., Wang, Z., Li, W., Ayantobo, O.O., Li, H., Song, L., 2023. Assessing the impact of seasonal freezing and thawing on the soil microbial quality in arid northwest China. *Sci. Total Environ.* 863, 161029.
5. Wen, Y., Liu, J., Zhang, J., Li, W., Ayantobo, O.O., Wang, Z., 2023a. Effects of macro-plastics on soil hydrothermal environment, cotton yield, and fiber quality under mulched drip irrigation in the arid region of Northwest China. *Field Crops Res.* 302, 109060.
6. Wen, Y., Wu, X., Liu, J., Zhang, J., Song, L., Zhu, Y., Li, W., Wang, Z., 2023b. Effects of drip irrigation timing and water temperature on soil conditions, cotton phenological period, and fiber quality under plastic film mulching. *Agric. Water Manage.* 287, 108435.
7. Wang, Z., Fan, B., Guo, L., 2019. Soil salinization after long-term mulched drip irrigation poses a potential risk to agricultural sustainability. *Eur. J. Soil Sci.* 70, 20-24.
8. Xing, S., Wang, Z., Zhang, J., Liu, N., Zhou, B., 2021. Simulation and Verification of Hydraulic Performance and Energy Dissipation Mechanism of Perforated Drip Irrigation Emitters. *Water* 13, 171.
9. Xu, X., Wang, Q., Zhang, J., Zong, R., Liu, N., Wang, Z., 2023. Experimental Study of Filtration Performance of Disc Filter with Discrete Channel Structure. *J. Irrig. Drain. Eng.* 149, 10064.
10. Wang, T., Wang, Z., Zhang, J., Ma, K., 2022. An optimum combination of irrigation amount, irrigation water salinity and nitrogen application rate can improve cotton (for fiber) nitrogen uptake and final yield. *Ind. Crops Prod.*

### ВАЗЪИ КУНУНӢ ВА ДУРНАМОИ РУШДИ ОБӢРИИ ҚАТРАГИИ ХОЧАГИҲОИ ДЕҲОТ ДАР ВОҲАҲОИ МИНТАҚАҲОИ ХУШК

*Аннотатсия:* Дар мақола шарҳи генезиси технологияи обӢрии қатрагӣ ва татбиқи амалии он дар Шинҷон оварда шудааст. Ҷолиби диққат аст, ки дар соҳаи сарфаи об ва назарияи назорати шӯришавӣ, навоарӣ ва истеҳсоли таҷҳизоти асосии обӢрии қатрагӣ ва

таъсиси чаҳорчӯби устувори сифат ва самаранокӣ ба нешрафтҳои назаррас ноил гардиданд. Бо вучуди ин, мушкилот дар рушди технологияи обёрии қатрагӣ дар минтақаҳои хушк боқӣ мондаанд, ки асосан аз камобӣ ва шур шудани замин бармеоянд. Барои ҳалли ин масъалаҳо, ташаббусҳои сарфаҷӯии об ва таҳкими захираҳои об барои мақсадҳои кишоварзӣ ҷорӣ карда шуданд. Ғайр аз он, парвариши навҳои зироатҳои ба хушксолӣ тобовар, ташикли босуръати заминҳои кишоварзии баландсифат, татбиқи системаҳои идоракунии градиентҳои таҳшинҳо ва қабули парадигмаҳои нави обёрӣ дар якҷоягӣ роҳҳои инноватсионии нешбурди технологияи обёрии қатрагӣ ва нешбурди кишоварзии каммасрафро пешниҳод мекунанд. дар районҳои хушк.

**Калидвожаҳо:** Обёрии қатрагӣ, обёрии каммасраф, зироатҳои галладона, пахта, меваю ҷангалҳои махсус, истифодаи самаранокӣ захираҳои об, сарфаи об ва назорати намак, баланд бардоштани сифат ва самаранокӣ

## **СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ВОДОСБЕРЕЖАЮЩЕГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В СУХИХ ОАЗИСНЫХ РАЙОНАХ**

**Аннотация:** В статье представлен обзор зарождения технологии капельного орошения и ее практического внедрения в Синьцзяне. Примечательно, что существенные успехи были достигнуты в области теории сохранения воды и контроля солености, инноваций и производства основного оборудования для капельного орошения, а также создания надежной системы качества и эффективности. Тем не менее, в развитии технологий капельного орошения в засушливых регионах сохраняются проблемы, главным образом связанные с нехваткой воды и засолением почв. Для решения этих проблем были введены инициативы по экономии и отводу воды для увеличения имеющихся водных ресурсов для сельскохозяйственных целей. Кроме того, выращивание засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, ускоренное создание высококачественных сельскохозяйственных угодий, внедрение систем управления градиентом наносов и принятие новых парадигм орошения в совокупности открывают инновационные возможности для развития технологий капельного орошения и продвижения водосберегающего сельского хозяйства. в засушливых районах.

**Ключевые слова:** капельное орошение, водосберегающее орошение, зерновые культуры, хлопок, деликатесные фрукты и леса, эффективное использование водных ресурсов, водосбережение и контроль за солью, повышение качества и эффективности.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛУБОКОГО МЕЛИОРАТИВНОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВ**

**Пулатов Ш.Я.**

*Таджикский аграрный университет имени Ш. Шотемур*

**Аннотация:** В статье изложены результаты многолетних исследований по применению глубокого мелиоративного рыхления почв и влияние её на водно-физические свойства почвы в начале и конце вегетационного периода, а также структура потерь воды на испарение, инфильтрацию и поверхностный сброс при поливах по бороздам. По результатам исследования было выявлено, что при применении глубокого мелиоративного рыхления почв объёмная масса почвы уменьшилась на 15-20%, конечной сброс снижается в 1,5-2,0 раза, а потери на испарение в 2,5-4 раза в зависимости от уклона поверхности.

***Ключевые слова:** глубокое мелиоративное рыхление, бороздковый полив, водно-физические свойства почвы, объёмная масса, пористость, потери воды, испарение, инфильтрация, поверхностный сброс.*

Орошаемое земледелие является одним из основных секторов экономики Республики Таджикистан, обеспечивающее продовольственную безопасность и занятость сельского населения. Общая площадь потенциально пригодных для орошения земель в Республике Таджикистан оценена в 1570 тыс.га, из которых по данным земельного фонда Государственного комитета по землеустройству и геодезии Республики Таджикистан на 1 января 2022 г. орошаемые земли составляют 763,468 тыс. га [2], из них 289,1 тыс. га орошаются с помощью насосных станций.

Следует отметить, что магистральные каналы, коллекторно-дренажная сеть, насосные станции и другие гидротехнические сооружения в связи с многолетним использованием сильно изношены и нуждаются в капитальном ремонте и восстановлении. Для полной замены агрегатов, электродвигателей и обеспечения орошаемых земель оросительной водой необходима 6,2 млрд. сомони [3].

В результате длительной эксплуатации оросительных систем происходят просадки почв, их уплотнения, оплывание и деформации откосов канала, подъём уровня грунтовых вод и засоление земель, водная и ветровая эрозия и т.д. В результате наблюдается снижение плодородия почв, повышенный расход оросительной воды, возникает необходимость проведения регулярных ремонтно-эксплуатационных работ. Ежегодно в Республике Таджикистан более 40 тысяч гектаров земель остаются в неудовлетворительном мелиоративном состоянии [7].

Для повышения эффективности мелиорируемых земель необходимо проводить комплексную реконструкцию оросительных систем, в результате чего повышается уровень орошаемого земледелия и улучшается мелиоративная обстановка.

В состав работ по комплексной реконструкции оросительных систем, наряду, с совершенствованием оросительной сети, коллекторно-дренажной сети, сети дорог, входит улучшение почвенного профиля. Чаще всего это планировка поверхности земли и промывка засоленных почв. Однако, эти работы не охватывают ликвидацию уплотнения почвенного профиля, которое произошло под действием антропогенного воздействия (орошение, механическое давление от тяжёлых тракторов, сельскохозяйственных машин и т.д.).

Образовавшиеся мощные подпочвенные уплотнения, плужная подошва, нарушают водно-воздушный режим, образуется сквозная капиллярность, происходит подтягивание солей в результате испарения влаги с поверхности земли. Засоление почв происходит даже при наличии хорошо действующей коллекторно-дренажной сети.

В связи с этим возникает необходимость восстановления (мелиорации) почвенного профиля, структура которого нарушена в результате

эксплуатации земли, являющейся, по определению А.Н. Костякова, составной частью оросительной системы. Он говорил, что рыхление почвы должно войти в круг обязательных приёмов орошаемого хозяйства.

Глубокое мелиоративное рыхление почв – эффективный способ мелиорации засоленных уплотнённых почв, направленный на улучшение структуры почвенного профиля и повышение плодородия сельскохозяйственных земель. Оно существенно изменяет водно-воздушный, химический и пищевой режимы почвы, позволяет аккумулировать поверхностный сток, требует квалифицированного выполнения согласно разработанной технологии.

С помощью мелиоративного рыхления можно ликвидировать различного рода уплотнения: геологические, генетические, антропогенные, разрушать иллювиальные, гипсоносные, карбонатные горизонты и плужную подошву. Глубина мелиоративного рыхления составляет от 0,4 до 1,2 м, оно может быть сплошным, полосовым и дифференцированным.

Под действием механического разрушения уплотнений при глубоком объёмном рыхлении почва распадается на отдельные комья, которые пронизываются сетью трещин и в которые свободно проникает корневая система растений, формируется новая структура почвенного профиля. Создаются условия для улучшения водно-воздушного, солевого, теплового режимов почвы, определяющие условия развития растений. Плотность сложения почвенного профиля уменьшается на 15-25%, одновременно увеличивается воздухоёмкость и влагоёмкость почвы, что увеличивает её аккумулирующую способность.

Глубокое объёмное мелиоративное рыхление почв выполняется без оборота пласта и образования вертикальных щелей, включается в перечень работ по комплексной реконструкции оросительных систем. Периодичность выполнения через 3-4 года.

Глубокое объёмное рыхление является эффективным средством борьбы с сорной растительностью, позволяет уменьшить затраты ручного труда на прополку. Его можно применять на почвах, имеющих каменистые включения размером 0,4-0,8 м в зависимости от типа объёмного рыхления (лёгкий, средний, тяжёлый).

Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали, что глубокое рыхление является эффективным и надежным приемом обработки почвы и позволяет значительно поднять урожайность сельскохозяйственных культур.

Для восстановления деградированных уплотненных почв и увеличения эффективности использования атмосферных осадков осенне-зимнего периода до 30 % и снижения затрат оросительной воды на эту же величину Максименко В. П. (2011) рекомендует это осуществлять путем комплексной мелиорации, включающей глубокое рыхление без оборота пласта на глубину не менее 0,5 м с внутрипочвенным внесением животноводческих стоков или других органосодержащих материалов нормой 70-90 м<sup>3</sup>/га и возделывание

бобовой культуры мелиоранта (люцерны) в течение трех лет без вывода земель из оборота [4].

В результате проведенных исследований Михайлиным А.А. (2003) в Ростовской области по глубокому рыхлению почвы до 60 см было установлено значительное уменьшение плотности почвы с 1,5-1,6 до 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup> и повышение скважности на 30 % в подпахотном слое. Запасы влаги в метровом слое почвы увеличивался до 50%. Фактическая урожайность озимой пшеницы при глубоком рыхлении (до 60 см) составила 50,1 ц/га, а на вспашке (на 20-25 см) 39,8 ц/га. Прибавка урожая на глубоком рыхлении почвы (до 0,6 м), по сравнению со вспашкой (на 20-25 см) достигла 10,1 ц/га или 26 % [5].

С целью изучения элементов техники полива и смыва почвы в зависимости от уклона и поливной струи на фоне традиционной технологии и применения дифференцированной глубины рыхления Пулатовым Ш.Я. проводились специальные полевые опыты. Таким образом, технология дифференцированного глубокого рыхления почвы способствовало снижению ирригационной эрозии, сокращению объема сбрасываемой воды от 2,1 до 3,4 раза относительно традиционной технологии [8].

Применение объёмного рыхления с внутрпочвенным внесением жидкого навоза в качестве мелиоранта и ценного органического удобрения для условий серозёмных почв изменяет их температурный режим: снижает дневную температур по всему разрыхлённому профилю в среднем на 1,2-1,3 °С (от 3,5 °С на глубине 0,05 м до 0,2 °С на глубине 0,4-0,6 м), уменьшает амплитуду колебаний температуры, особенно в верхних слоях (30-40%). Разрыхлённая таким способом почва прогревается более равномерно по всей глубине. Под воздействием глубокого объёмного рыхления наблюдается уменьшение плотности слоев по всему почвенному профилю (на 20-24%), достигая оптимальных для растений значений [6].

На разрыхлённых почвах сокращается время поливов по бороздам, увеличиваются межполивные периоды, подавляются восходящие токи влаги в почве, уменьшаются концевые сбросы оросительной воды, ирригационная эрозия. Глубокое объёмное рыхление необходимо сочетать с применяемой техникой полива, агротехникой, местными почвенно-климатическими условиями.

С целью разрушения уплотненных слоев почвы и предотвращения непроизводительных потерь воды при бороздковом поливе, нами были проведены специальные полевые опыты на среднесуглинистых почвах Центральной части Таджикистана в соответствии с методикой Б.А. Доспехова [1].

В условиях Центрального Таджикистана проведено рыхление почв на глубину 0,6 м для улучшения водно-физических свойств почв, разрушая образовавшиеся в процессе эксплуатации различных уплотнений. Результаты анализов представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Изменение водно-физических свойств серозёмной почвы под действием глубокого рыхления в условиях Центрального Таджикистана

Слой	Удельная масса почвы, т/м <sup>3</sup>	Объёмная масса почвы, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %
<b>Контрольный участок</b>			
0-0,2	2,54	1,40	45
0,2-0,4	2,53	1,47	42
0,4-0,6	2,54	1,51	40
<b>Разрыхлённый участок</b>			
0-0,2	2,53	1,24	51
0,2-0,4	2,54	1,30	49
0,4-0,6	2,55	1,39	45

Из таблицы 1 видно, что в результате глубокого рыхления объёмная масса почвы уменьшилась на 15-20% (с 1,47-1,51 до 1,30-1,39 т/м<sup>3</sup>) и приблизилась к оптимальной. Также увеличилась пористость в подпахотном горизонте (с 40-42 до 45-49%).

Механическое разрыхление почвенного профиля вместе с уменьшением плотности обеспечивает повышение её пористости и воздухопроницаемости (таблица 2). В тоже время уже к концу вегетационного периода наблюдается увеличение плотности почвы с 1,22-1,32 т/м<sup>3</sup> в слое 0-0,4 м до 1,26-1,39 т/м<sup>3</sup>. Но это меньше чем на контроле (1,41-1,49 т/м<sup>3</sup>) и повторного рыхления на следующий год не требуется. Отмечается некоторое снижение пористости почвы к концу вегетации как на контроле, так и в варианте рыхления. Это изменение в обоих случаях не превышает 1-2%, но на разрыхлённых участках пористость почвы будет постепенно снижаться до исходной. Наблюдения показывают, что со временем разрыхления почва уплотняется. Наиболее заметен эффект глубокого объёмного рыхления в первый год и наблюдается ещё один-два года. После этого требуется возобновить механическое разуплотнение почвенного профиля.

**Таблица 2.** Значение пористости почвы на опытном участке в начале и конце вегетационного периода

Горизонты, м	Контрольный участок				Разрыхлённый участок			
	В начале вегетации		В конце вегетации		В начале вегетации		В конце вегетации	
	Объёмная масса, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Объёмная масса, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Объёмная масса, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Объёмная масса, т/м <sup>3</sup>	
0-0,1	1,39	48,0	1,41	47,0	1,22	55,5	1,26	
0,1-0,2	1,42	47,0	1,44	46,3	1,26	53,0	1,31	
0,2-0,3	1,46	45,7	1,47	45,3	1,29	51,8	1,34	
0,3-0,4	1,48	44,8	1,49	44,5	1,32	50,9	1,39	
0,4-0,5	1,50	44,1	1,50	44,1	1,36	49,4	1,40	

0,5-0,6	1,52	43,3	1,55	42,1	1,42	47,0	1,45
0,6-0,7	1,56	41,9	1,59	41,0	1,54	42,1	1,58
0,7-0,8	1,64	38,8	1,66	38,0	1,63	38,4	1,65
0,8-0,9	1,66	38,0	1,68	37,5	1,67	37,3	1,69
0,9-1,0	1,70	36,8	1,70	36,8	1,69	35,9	1,70

Объёмное рыхление на орошаемых, особенно в богарных землях увеличивает скважность почвы, аккумуляцию атмосферной воды и дополнительное накопление влаги в почве. Коэффициент стока увеличивается в 2-3 раза. На засоленных почвах это способствует дополнительному рассолению почв. Улучшается режим увлажнения почвы, почвенная влага перераспределяется по глубине, обеспечивается равномерное увлажнение и питание корневой системы растений. Ускоряется поступление воды в нижние горизонты, что способствует сокращению её потерь на испарение и концевые сбросы из борозд орошения.

Сплошное глубокое объёмное рыхление изменяет структуру потерь оросительной воды при поливах по бороздам, так как существенно изменяются водно-физические свойства почвы. При этом уменьшаются потери воды на испарение и концевой сброс, но увеличиваются инфильтрационные потери. В таблице 3 приведены удельные потери оросительной воды в зависимости от уклонов поверхности и степени водопроницаемости почв. За контроль приняты потери на слабопроницаемых и разрыхлённых почвах.

**Таблица 3.** Структура потерь воды на испарение, инфильтрацию и поверхностный сброс при поливах по разрыхлённым бороздам

Уклон поверхности	Степень водопроницаемости почв	Потери воды, %		
		Инфильтрация	Испарение	Поверхностный сброс
0,05-0,02	Контроль (слабая)	12,0	6,5	11,5
	Глубокое рыхление (сильная)	22,0	1,5	6,0
	Глубокое рыхление через 1 год (средняя)	14,0	2,0	8,0
0,02-0,01	Контроль (слабая)	6,0	4,0	23,0
	Глубокое рыхление (сильная)	17,0	1,5	14,5
	Глубокое рыхление через 1 год (средняя)	7,0	3,0	20,0
0,01-0,005	Контроль (слабая)	3,0	4,5	23,5
	Глубокое рыхление (сильная)	12,0	1,1	15,0
	Глубокое рыхление через 1 год (средняя)	4,5	2,2	21,5

0,005-0,001	Контроль (слабая)	9,0	6,0	12,5
	Глубокое рыхление (сильная)	16,0	1,0	9,5
	Глубокое рыхление через 1 год (средняя)	11,0	2,0	1,05

Анализ данных таблицы показывает, что концевой сброс снижается в 1,5-2,0 раза, а потери на испарение в 2,5-4 раза в зависимости от уклона поверхности. В тоже время в 1,5-2,0 раза увеличивается глубинный сброс оросительной воды.

#### Список литературы:

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М: Колос, 1979. -416с.
2. Земельный фонд Государственного комитета по землеустройству и геодезии Республики Таджикистан по состоянию на 1 января 2022г.
3. Информационный бюллетень Агентства мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан. – Душанбе, 2017.
4. Максименко В. П. Комплексная мелиорация уплотненных почв на орошаемых землях. [Текст]: автореф. дис.док. с.-х. наук. -М., 2011. – 45с.
5. Михайлин А.А. Применение глубокого рыхления глубокорыхлителем ГНЧ-0,6 в зоне орошения // Научный журнал КубГАУ, №24(8), 2006.
6. Носиров Н.К., Казаков В.С. Руководство по мелиорации почвенного профиля при комплексной реконструкции оросительных систем (на примере Яванской долины). Душанбе, 1991г. -48с.
7. Послание Президента Республики Таджикистан Маджлиси Оли Республики Таджикистан, Душанбе, 26 декабря 2019г. <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/29.pdf>
8. Пулатов Ш.Я. Совершенствование бороздкового способа полива. – Душанбе.: Хирадмандон, 2020. -174 с.

#### НАТИҶАҲОИ ОМУЗИШИ ИСТИФОДАБАРИИ ЧУҚУРНАРМКУНИИ МЕЛИОРАТИВИИ ХОК

**Аннотатсия:** Дар мақола натиҷаҳои бисёрсолаи тадқиқот оид ба омӯзиши истифодабарии чуқуришудгоркунии мелиоративии хок ва таъсири он ба хосиятҳои обӣ-физикии хокҳо дар аввал ва охири давраи нашъунамо, инчунин структураи талафи об дар натиҷаи бухоршавӣ, ҷабтаҳои ба қабатҳои поёнии замин (инфилтратсия) ва талафи об дар натиҷаи поёноби маҷбурии ҳангоми обҳои ҷӯякӣ оварда шудааст. Дар натиҷаи тадқиқотҳо муайян карда шудааст, ки ҳангоми истифодабарии чуқуришудгоркунии мелиоративии хок қиммати массаи ҳаҷмии хокҳо ба 15-20% паст гардида талафи об дар натиҷаи поёноби маҷбурии 1,5-2,0 маротиба ва талафи об дар натиҷаи бухоршавӣ 2,5-4,0 маротиба вобаста аз нишебии сатҳи замин кам мегардад.

**Калидвожаҳо:** чуқуришудгоркунии мелиоративии хок, обҳои ҷӯякӣ, хосиятҳои обӣ-физикии хокҳо, массаи ҳаҷмӣ, ковокнокӣ, талафи об, бухоршавӣ, инфилтратсия, поёноби (партоби) сатҳӣ.

#### RESULTS OF STUDY OF APPLICATION OF DEEP AMELIORATIVE SOIL LOOSENING

**Annotation:** *The article presents the results of long-term research on application of deep ameliorative soil loosening and its influence on water-physical properties of soil at the beginning and end of vegetation period, as well as the structure of water losses for evaporation, infiltration and surface discharge during furrow irrigation. According to the results of the study it was revealed that at application of deep ameliorative loosening of soils the soil volumetric mass decreased by 15-20%, end discharge decreased by 1.5-2.0 times, and evaporation losses by 2.5-4 times depending on the surface slope.*

**Keywords:** *deep ameliorative loosening, furrow irrigation, water-physical properties of soil, volumetric mass, porosity, water losses, evaporation, infiltration, surface discharge.*

## **PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF WATER-SAVING TECHNOLOGIES FOR THE IRRIGATION OF AGRICULTURAL CROPS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

**Nurzoda N.N.**

*Institute of Horticulture, Viticulture and Vegetable Growing  
of the Tajik Academy of Agricultural Sciences*

**Annotation:** *The article presents the possibilities of using water-saving technologies for irrigation of agricultural crops in the Republic of Tajikistan and in developed countries. The benefits of drip irrigation are also noted when comparing furrow irrigation. Also, possible options for cooperation on this issue are provided.*

**Keywords:** *water-saving technologies, drip irrigation, food security, climate change.*

Increasing the productivity of water use in agriculture to increase food production in the whole world is a relevant direction. The total area of irrigated land by regions of the world is 228.836 million hectares, of which the largest irrigated area of 183.909 million hectares is occupied by developing countries. In developed countries, the irrigated area is 44.36 million hectares, in the least developed countries, it is 0.567 million hectares. Thus, the highest proportion of the irrigated area is in developing countries (80.37%), followed by developed countries (19.38%) and least developed countries (0.25%).

The growing scarcity of irrigation water and the lack of farm labor in many countries require widespread water-saving and resource-saving irrigation technology. In recent years, these countries have been rapidly developing water-saving technologies such as drip irrigation, sprinkler irrigation, and the modernization of furrow, and strip and check irrigation in cultivating individual crops. As a result, sprinkler irrigation has increased worldwide, especially drip irrigation, from 11 to 16 million hectares over the past decades.

Water-saving irrigation technologies in developed countries have been applied on an area of about 26.0 million hectares, including sprinkling 20.9 million hectares, and drip irrigation 5.05 million hectares, which is 58.5% of the total irrigated area. Minimal use of water-saving irrigation technologies has been found in the least developed countries such as Nepal and Burkina Faso. In Nepal, with a total irrigated area of 472 thousand hectares, sprinkling is used on an area of 5000

hectares, that is, 1.1% of the total area. In Burkina Faso, on an irrigated area of 40,000 ha, drip irrigation is used on an area of 280 ha and sprinkling on an area of 4,500 ha. At the same time, in Malawi, which belongs to the least developed countries, on irrigated lands with an area of 55 thousand hectares, sprinkling and drip irrigation are used on an area of 48.6 hectares, which is 88.4% of the total area. The highest percentage of applicability of water-saving technologies in the irrigation of agricultural crops is observed in developed countries. In the USA, with a total area of irrigated land of 23.48 million hectares, water-saving technologies are applied on an area of 16.10 million hectares, which is 68.6% of the total area. So in Israel, with a total area of irrigated land of 231 thousand hectares, sprinkling and drip irrigation technologies are used on an area of 230.0 thousand hectares, which is 99.6% of the total area [2].

In accordance with the international classification, the following irrigation methods are distinguished: aerosol (finely dispersed) moistening, sprinkling, surface irrigation, subsoil (including drip) irrigation, and underground irrigation (sub-irrigation).

There are about 280 million hectares of irrigated land in the world, of which approximately 85% is irrigated by surface irrigation (furrow and strip irrigation, flooding, discrete irrigation and their various combinations).

The purpose of my introduction is to analyze the use of water-saving technologies for the irrigation of agricultural crops in the world practice and to determine the prospects for the introduction of these technologies in the Republic of Tajikistan.

Currently, in Tajikistan, drip irrigation is used only on 4 thousand hectares, or 0.5% of the total irrigated area. However, in developing countries, the land area where water-saving crop irrigation technologies are used is 30.22 million hectares, including sprinkling 19.4 million hectares and drip irrigation 10.8 million hectares, which is 16.45% of the total irrigated area.

It should be noted that in Tajikistan, depending on the agro-climatic relief conditions of the area, farms use various types of water-saving technology. For example, having experienced in practice the effectiveness of drip irrigation, farmers in the Tajik city of Tursunzoda decided to establish intensive gardens with drip irrigation immediately on 40 hectares of rainfed hilly land. It should be noted that this method has proven itself well and is widely used in other regions of the Republic of Tajikistan.

Taking into account the peculiarities of drip irrigation systems, scientists of our republic have carried out many years of experiments. In 2017, with the participation of the President of the Republic of Tajikistan, the respected Emomali Rahmon, scientists from the Institute of Soil Science, together with the Institute of Farming of the Tajik Academy of Agricultural Sciences, at Agrosanoat LLC in the city of Tursunzoda, on an area of 1 ha under drip irrigation, experiments were carried out on cotton varieties Dusti-IZ. Similar experiments were carried out in Danghara and Dusti districts of Khatlon region. The yield of cotton variety Dusti-IZ at Agrosanoat LLC reached 54.9 s/ha.

The research results showed that in the conditions of the Hissor valley of the Republic of Tajikistan, to obtain 55.0 centner/ha of raw cotton with drip irrigation, an average of 3450 m<sup>3</sup>/ha of irrigation water is needed. To do this, it is necessary to carry out 31 irrigations every 3rd day, the irrigation rate is on average 110 m<sup>3</sup>/ha.

With furrow irrigation, according to existing recommendations, it is necessary to carry out 7 irrigations with an irrigation rate of 7750 m<sup>3</sup>/ha. This will ensure the production of 34.9 centner/ha of raw cotton. Drip irrigation makes it possible to increase cotton yield by 1.8-2 times compared to furrow irrigation, reduce water consumption by up to 51% and reduce labor costs for cotton cultivation by 2-2.2 times.

Increasing crop yields based on the transition to new innovative technologies is the main way to increase food production in modern conditions and the basis for the economic growth of farms. Drip irrigation is one of the water-saving methods of irrigating crops. It has a significant impact on the profitability of the industry.

It should be noted that in the Republic of Tajikistan, interest in irrigation of cotton using Israeli technology began almost a decade and a half ago. As early as 1991, the Israeli company Eisenberg introduced drip irrigation on the saline lands of Kok-Kurak in the Asht region on an area of more than 200 hectares, where groundwater was deposited at a depth of 2 m, and irrigation was carried out with water from the Syrdarya River with a salinity of 1.2 -1.5 g/l. As a result, the yield increased from 2.7 to 3.7 t/ha. Similar work in the same year was started by specialists from this country at the Kommunist collective farm in the Danghara region. However, the unstable socio-economic and political situation in the republic prevented the development of this promising technology.

An analysis of trends contributing to the introduction of water-saving irrigation technologies showed that the cheapest method of obtaining additional water volume was the introduction of water-saving irrigation technologies, which amounted to only 2-3 US dollars for obtaining 1000 m<sup>3</sup> of water (Table 1).

**Table 1.** Weighted average costs for obtaining an additional 1000 m<sup>3</sup> of water, US dollars.

№	Methods	Costs, USD
1	Desalination of mineralized waters	1000±250
2	Rehabilitation of irrigation and drainage systems	800±100
3	Territorial redistribution	750±200
4	Wastewater treatment	120±20
5	Regulation of reservoirs	70±20
6	Introduction of water-saving technologies	3±2

In the Republic of Tajikistan, we have [1]:

- Population growth in the region (up to 2.5% annually): Expected water deficit -2.5 km<sup>3</sup>;

- Development of all sectors of the economy, increasing demand for water and increasing water consumption;
- Global climate warming, degradation of water resources, especially glaciers. The deficit from the decrease in the water content of rivers - 1.5-3.0 km<sup>3</sup>
- Increased water withdrawal by Afghanistan. An expected deficit in the Amudarya basin up to 10 km<sup>3</sup>;
- Extensive way of development of agriculture;
- Large unproductive water losses, low efficiency of water management systems and poor water accounting;
- Deterioration of infrastructure condition (Deterioration -50-60%);
- Weak economic and technical support, insufficient financing of the industry and low staff potential;

Perspective meliorative technologies in irrigated agriculture, based on energy and resource saving, can significantly improve the uniformity of irrigated area moistening, reduce unproductive irrigation water discharge, prevent irrigation soil erosion, as well as ensure the efficient use of land, water and labor resources. They can become one of the most important areas for increasing the competitiveness of the agricultural economy.

Possible options for cooperation on this issue may be:

1. Development of investment projects for the dissemination of knowledge about water-saving technologies for irrigation of agricultural crops in educational institutions;
2. Research of water-saving and soil-protective technologies of irrigation of agricultural crops at the level of bachelor's graduation papers, master's theses and PhD;
3. Development of investment projects for the introduction of water-saving and soil-protective technologies for irrigation of agricultural crops during the modernization of irrigation systems in the conditions of climate change and shortage of irrigation water;
4. Research and implementation of low-demand and high-value agricultural crops in order to increase the productivity of irrigation water.

### **Conclusions**

When using innovative water-saving irrigation technologies, irrigation water savings reach up to 50%, productivity increases by 2-2.5 times, and labor productivity by 2 times. This makes it possible to develop new irrigated lands, ensure food security and adapt to climate change.

### **References**

1. Пулатов Я.Э. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве. Экология и строительство. – М, 2017. - № 4. - С. 21-26.
2. Жүсіп Т.С., Айтбеков Б.Х. Водосберегающая технология орошения сельскохозяйственных культур. Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати г. Тараз, Казахстан: E-resource: <http://www.cawater-info.net/bk/dam-safety/files/naurzaliev.pdf>

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРОШЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН**

*Аннотация:* В статье представлены возможности использования водосберегающих технологий для орошения сельскохозяйственных культур в Республике Таджикистан и в развитых странах. Преимущества капельного орошения также указаны при сравнении полива по бороздам. Также, приводятся возможные варианты сотрудничества по данному вопросу.

**Ключевые слова:** водосберегающие технологии, капельное орошение, продовольственная безопасность, изменение климата.

## **ДУРНАМОИ ТАТБИҚИ ТЕХНОЛОГИЯИ САРФАНАМОИИ ОБ ЗИМНИ ОБЁРИИ ЗИРОАТҶОИ ХОҶАГИИ ДЕҶОТИ ТОҶИКИСТОН**

*Аннотация:* Дар мақола имкониятҳои истифодаи технологияҳои каммасрафи об барои обёрии зироатҳои кишоварзӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва кишварҳои пешрафта оварда шудааст. Бартарии обёрии қатрагӣ хангоми муқоиса кардани обёрии ҷуякӣ низ қайд карда шудааст. Инчунин, имконоти имконпазири ҳамкорӣ дар ин масъала пешниҳод шудаанд.

**Калидвожаҳо:** технологияҳои сарфакунандаи об, обёрии қатрагӣ, бехатарии озуқаворӣ, тағирёбии иқлим.

## **ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ПОСЕВА**

**Юсуфи Г.И., Пулатова Ш.С., Гулов Ф.А., Илхоми Н., Ирназаров Б.Х.**

*Институт земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук*

*Аннотация:* В статье приведены результаты многолетних лизиметрических исследований и производственных испытаний по выявлению оптимального режима орошения подсолнечника сорта «Нурафшон» в зависимости от способа посева. Выявлено, что наибольшая урожайность зерна 30,3 с/га наблюдается на вариантах влажности почвы 70 и 80 % от НВ при гребневом посеве, а наименьшая на гребневом посеве при влажности почвы 60% от НВ – 21,6ц/га, что на 6,1ц/га или 22,0% меньше относительно контроля. Чистый доход при обычном посеве составил 8706,0 сомони/га, а на гребневом посеве 10154,7 сомони/га, где прибавка к урожаю составила 1448,7 сомони/га. Наименьший расход и коэффициент использования оросительной воды наблюдался на варианте, где влажность почвы поддерживалась на уровне 70% от НВ, в среднем составляла 65,0м<sup>3</sup> и 78,1м<sup>3</sup> соответственно.

**Ключевые слова:** обычный и гребневой посев, влажность почвы, водный баланс, наименьшая влагоёмкость, водопотребление, чистый доход, подсолнечник

Основным направлением продовольственной безопасности страны прежде всего является обеспечение населения продуктами питания, а также рациональное использование орошаемых земель с целью получения 2-3 урожаев в год различных сельскохозяйственных культур.

Согласно климатическим условиям нашей страны и разработки новых технологий возделывания с/х культур в основных и повторных посевах, в частности подсолнечника, где определяющим условием являются оптимальная влагообеспеченность, способы и методы орошения, механизмы удобрений и ряд других агротехнических мероприятий, которые способствуют повышению продуктивности растений.

Следовательно, разработка и внедрение научных основ регулирования влагообеспеченности посевов путем оптимизации водного режима почв и применения водосберегающих технологий полива играет важную роль в повышении их продуктивности.

В связи с этим в качестве повторной культуры в наших исследованиях, проведённых в 2016-2018гг. был взят подсолнечник, являющийся масличной культурой для получения пищевого масла. Исследования проводились с целью выявления оптимального режима орошения для нового сорта подсолнечника «Нурафшон» при повторном посеве после пшеницы. Посев непосредственно проводился без дополнительной обработки почвы на фоне обычного и гребневого посева пшеницы, где изучались режимы орошения согласно схемы опыта: 1). обычный посев при влажности почвы 70% (контроль); 2). гребневой посев при влажности 60%; 3). гребневой посев при влажности почвы 70% и 4). гребневой посев при влажности 80% от наименьшей влагоёмкости (НВ) при густоте стояния 70тыс.раст/га. Для получения дружных всходов растений перед посевом проводился влагозарядковый полив. Годовая норма минеральных удобрений на всех вариантах опыта составляла  $N_{150}P_{65}K_{150}$  кг/га действующего вещества, вносимая в двух подкормках: первая – 40% при формировании 4-6 листочков и вторая – 60% от годовой нормы при высоте растений 50-60см.

Сроки полива определялись при помощи учёта запаса влаги в почве, а определение влажности почвы проводилось по методике, В.Е. Кабаева (1963) [5].

Для выявления оптимального режима орошения в период проведения исследований проводились фенологические и биометрические наблюдения за ростом и развитием подсолнечника сорта «Нурафшон» в зависимости от режима орошения и способов посева.

Согласно полученным данным (Таблица 1), наименьшая высота растений наблюдается на варианте гребневого посева при влажности почвы 60% от НВ.

**Таблица 1.** Рост и развитие подсолнечника сорта «Нурафшон» в зависимости от водообеспеченности и способа посева

Варианты опытов	Высота растений (см)		диаметр корзинки		количество семян в одной корзинке (шт)		вес семян в одной корзинке (г)	
	всего	разница	всего	разница	всего	Разница	чистый вес	масса 1000

							семян	семян
Бороздковый посев 70% от НВ	171,9	-	18,6	-	622	-	44,1	62,0
Гребневой посев 60% от НВ	165,3	6,6	17,7	0,9	581	41,0	35,3	58,7
Гребневой посев 70% от НВ	177,2	+5,3	18,6	0,0	647	25	45,0	636
Гребневой посев 80% от НВ	181,8	+9,9	19,3	0,7	708	86,0	48,0	65,0

Сравнивая способы посева и влажность почвы, следует отметить, что наибольшая высота растений отмечена на гребневом посеве при влажности почвы 70 и 80 % от НВ, т.е 177,2 см и 181,8 см, что по сравнению с контролем (бороздковый способ 70%) больше на 5,3 и 9,9 см. Что же касается величины диаметра корзинки, то здесь наблюдается идентичная картина, то есть на варианте гребневого посева с влажностью почвы 60 % диаметр корзинки наименьший 17,7 см<sup>2</sup> по сравнению с контролем и другими вариантами. Наибольшие корзинки отмечены на гребневом посеве при 80 % от НВ - 19,6см<sup>2</sup>. При подсчете семян в корзинке наибольшее количество наблюдалось на гребневом посеве при влажности почвы 70 и 80 % от НВ - 647 шт и 708 шт, а наименьшее на варианте 60 %. Разница по сравнению с контролем при 70 и 80 % составляла 25 и 86 шт. соответственно. При этом наибольший чистый вес семян наблюдался на вариантах гребневого способа посева при влажности почвы 70 и 80 % - 45 и 48 г. Наименьший вес отмечен на контроле (70%) и гребневом посеве при влажности почвы 60 % от НВ - 35,3г. Наибольшая масса 1000 семян также характерна вариантам гребневого посева при влажности почвы 70 и 80 % от НВ - 636 и 650г соответственно, что больше на 16,49 и 30,63г по сравнению с контролем и гребневом посеве при 60% соответственно.

Следовательно, согласно данным биометрических показателей выявлено преимущество гребневого посева при влажности почвы 70 и 80% от НВ.

На основании полученных данных урожайности подсолнечника в среднем за 3 года установлено, что наибольшая урожайность зерна с листостебельной массой наблюдается на варианте при гребневом посеве 80% от НВ – 369,6ц/га. Сравнивая обычный и гребневой посев, при 70% от НВ, наблюдается преимущество гребневого посева – 329,6ц/га, что на 22,0ц/га или 7,2% больше контроля, а при 80 % от НВ -369,6ц/га, что на 62 и 20,2 % соответственно.

Изучая урожайность семян от степени увлажнения почвы по вариантам и способа посева было отмечено, что наибольшая урожайность 30,3 с/га наблюдается на вариантах влажности почвы 70 и 80 % от НВ при гребневом посеве, а наименьшая на гребневом посеве при влажности почвы 60% от НВ – 21,6ц/га, что на 6,1ц/га или 22,0% меньше относительно контроля (табл.2, рис.1).

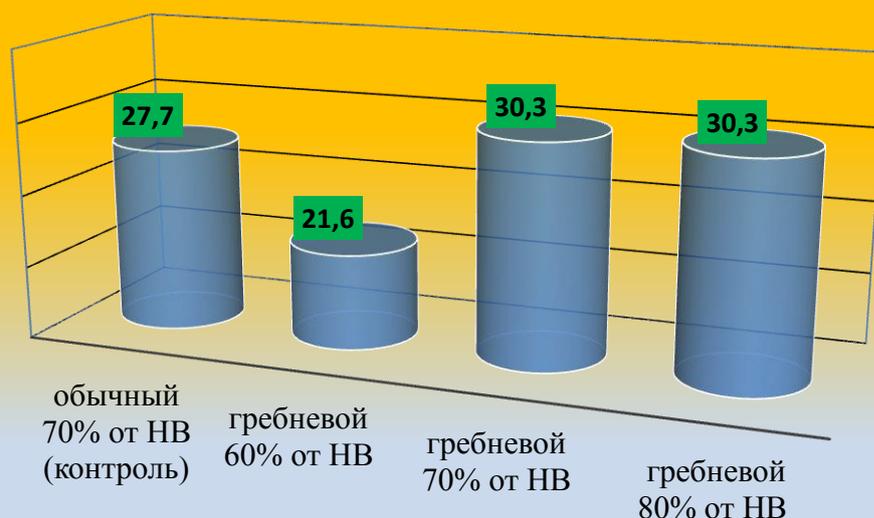
В результате проведённых 3-х летних исследований по разработке оптимального режима орошения в течении вегетационного периода подсолнечника было выявлено, что для получения высокого урожая необходимо провести 6 поливов, с оросительной нормой от 1812,0 до 1969,1м<sup>3</sup>/га (табл.2).

Изучая элементы водного баланса подсолнечника (табл.3) отмечено, что запас влаги в почве при гребневом посеве с влажностью почвы 70 % составляет 351,6 м<sup>3</sup>/га, что по сравнению с контролем на 19,2 м<sup>3</sup>/га меньше, а при 80 % на 33,3 кубов больше. Исходя из этого, норма воды, включающая оросительную норму, осадки, запас влаги в почве на гребневом посеве с влажностью 70 и 80 % больше относительно обычного посева и гребневого посева, которая составляет 2366,0; 2787,6 м<sup>3</sup>/га.

**Таблица 2.** Урожайность подсолнечника при повторном посеве (2016-2018 гг.)

Варианты, от НВ	Урожайность, ц/га				Разница от контроля	
	2016	2017	2018	среднее	ц/га	%
<b>Общая</b>						
Обычный посев 70% (контроль)	395,5	273,5	253,7	307,6	-	-
Гребневой посев 60%	360,2	216,4	243,4	273,3	-34,3	-11,2
Гребневой посев 70%	415,3	297,1	276,3	329,6	+22,0	+7,2
Гребневой посев 80%	405,6	369,9	333,2	369,6	+62,0	+20,2
<b>Семян</b>						
Обычный посев 70% (контроль)	30,7	27,4	24,9	27,7	-	-
Гребневой посев 60%	23,7	19,1	22,0	21,6	-6,1	-22,0
Гребневой посев 70%	34,3	29,1	27,6	30,3	+2,6	+9,4
Гребневой посев 80%	32,5	30,2	28,2	30,3	+2,6	+9,4
НСР, с/га	3,9	2,8	2,4	3,0	-	-
НСР, %	13,0	11,2	9,4	11,2	-	-

**Рисунок 1. Урожай семян подсолнечника сорта "Нурафшон" от способа посева и влажности почвы, ц/га (2016-2018гг.)**



**Таблица 3. Элементы водного баланса подсолнечника (2016-2018 гг.)**

Показатели		Обычный посев 70 % от НВ (контроль)	Гребневой посев 60% от НВ	Гребневой посев 70% от НВ	Гребневой посев 80% от НВ
Оросительная норма	м3/га	1812,0	1605,7	1969,1	2331,2
	%	81,3	77,2	83,2	83,6
Осадки	м3/га	45,3	45,3	45,3	45,3
	%	2,1	2,2	1,9	1,7
Из запаса почвы	м3/га	370,8	428,6	351,6	411,1
	%	16,6	20,6	14,9	14,7
Всего	м3/га	2228,2	2079,6	2366,0	2787,6
	%	100	100	100	100
Урожайность, ц/га		27,7	21,6	30,3	30,3
Расход оросительной воды для получения 1ц урожайности, м <sup>3</sup>		65,4	74,3	65,0	76,9
Коэффициент использования оросительной воды, м <sup>3</sup>		80,4	96,3	78,1	92,0

Выявлено, что наименьший расход и коэффициент использования оросительной воды наблюдался на варианте, где влажность почвы поддерживалась на уровне 70% от НВ, в среднем составляла 65,0м<sup>3</sup> и 78,1м<sup>3</sup>, соответственно.

Сотрудниками отдела орошения Института земледелия по утвержденной по теме: «Разработка технологии рационального использования орошаемых земель и программы НИР» были проведены исследования по установлению оптимального режима орошения оптимальной влажности почвы при бороздковом и гребневом посеве. В целях достоверности полученных данных 2016-2018 гг. в условиях лизиметров, в 2019-2020 гг. были проведены производственные испытания, которые подтвердили выводы предыдущих исследований, т.е. урожай подсолнечника сорта «Нурафшон» при обычном посеве составил 53,5 с/га при влажности почвы 70 %, а при гребневом посеве при этой же влажности 57,3 ц/га, где прибавка составила 3,8 и 2,9 ц/га. При этом удельные затраты оросительной воды коэффициент водопотребления на единицу урожайности при гребневом посеве и влажности почвы 70 % составил 98,6 и 111,0 м<sup>3</sup>/ц. Чистый доход при этом на обычном посеве при влажности 70 % составил 8402,2 сомони/га, на гребневом посеве 7782,9 и 7484,9 сомони/га, а прибавка составила 577,8 сомони/га

Резюмируя полученный материал по установлению оптимального режима орошения при возделывании подсолнечника сорта «Нурафшон» и различных способах посева с различной влажностью, почвы следует сделать выводы:

1. Оптимальным режимом орошения при возделывании подсолнечника сорта «Нурафшон» является 70 % от НВ.
2. В вегетационный период следует проводить 6 поливов с оросительной нормой от 1812,0 до 1969,1 м<sup>3</sup>/га.
3. Урожайность семян при обычном посеве и 70 % от НВ составляет 27,7ц/га, а на гребневом посеве 30,3ц/га.
4. Коэффициент использования оросительной воды составляет 80,4 и 78,1 м<sup>3</sup> соответственно.
5. Чистый доход при обычном посеве при 70 % от НВ составил 8706,0 сомони/га, а на гребневом посеве 10154,7 сомони/га, при этом прибавка к урожаю составила 1448,7 сомони/га.

#### **Список литературы**

1. Домуллоджанов Х.Д. Рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур в Таджикистане, часть 2, Душанбе, 1988г.
2. Домулладжанов Х.Д. Орошение культур хлопкового севооборота в Таджикистане (обзорная информация). - Душанбе, 1983, 36 с.
3. Доспехов Б.А. – Методика полевого опыта М. «Колос», 1979.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012, 352 с.
5. Кабаев В.Е. «Ускоренные методы определения лучших сроков полива по влажности почвы». Таджикиздат, Душанбе, 1961г.
6. Отчёт НИР за 2016-2018гг. Рукописный фонд отдела «Орошения», Института земледелия, ТАСХН.

**РЕЖАИ ОПТИМАЛИИ ОБЁРИИ ОФТОБПАРАСТ ВОБАСТА АЗ УСУЛИ КИШТ**

**Аннотатсия:** Дар мақола натиҷаи таҷрибаҳои бисъёрсолаи лизиметрӣ ва санҷиши истехсоли оид ба муайян намудани реҷаи оптималии обёрии офтобпарастии навъи «Нурафшон» вобаста ба усули кишт оварда шудааст. Муайян карда шуд, ки ҳосили баландтарини дон 30,3 с/га дар варианти намнокии пеш аз обдиҳии хок 70 ва 80% аз НХ дар кишти пуштагӣ ва камтарин дар кишти пуштагии варианти намнокии пеш аз обдиҳии хок 60% аз НХ – 21,6 с/га гирифта шуд, ки нисбати кишти муқаррарӣ 6,1 сентнер ё 22,0 фоиз кам аст. Даромади соф дар кишти муқаррарӣ 8706,0 сомони ва дар кишти пуштагӣ 10154,7 сомониро таъкил дод, ки нисбати кишти муқаррарӣ 1448,7 сомони зиёд аст. Сарфи ками меъёри об ва коэффисиенти истифодабарии он дар варианти 70 % аз НХ мушоҳида карда шуд, ки мутаносибан 65,0 м<sup>3</sup> ва 78,1 м<sup>3</sup>-ро таъкил намуд.

**Калидвожаҳо:** кишти муқаррарӣ ва пуштагӣ, намнокии хок, таносуби об, намуноҷиши хок, обталабӣ, даромади соф, офтобпараст.

## OPTIMAL SUNFLOWER IRRIGATION REGIME DEPENDING ON SOWING METHOD

**Annotation:** The article presents the results of many years of lysimetric research and production tests to identify the optimal irrigation regime for sunflower variety "Nurafshon" depending on the sowing method. It was revealed that the highest grain yield of 30.3 s/ha is observed in soil moisture variants of 70 and 80% of NV with raised bed sowing, and the lowest in ridge sowing with soil moisture 60% of NV – 21.6 c/ha, which is 6.1 c/ha or 22.0% less than the control. The net income for conventional sowing was 8706.0 somoni/ha, and for raised sowing it was 10154.7 somoni/ha, where the increase in yield was 1448.7 somoni/ha. The lowest consumption and coefficient of use of irrigation water was observed in the option where soil moisture was maintained at 70% of NV, averaging 65.0 m<sup>3</sup> and 78.1 m<sup>3</sup>, respectively.

**Keywords:** conventional and raised bed sowing, soil moisture, water balance, lowest moisture capacity, water consumption, net income, sunflower

## ЭНЕРГИЯИ ГИДРОГЕНӢ. ҚИСМИ 2. ДУРНАМОИ РУШДИ ЭНЕРГИЯИ ГИДРОГЕНӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

Гулаҳмадов А.А., Раҳмонов Ш.С., Ҳасанов Б.М.

Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи  
миллии илмҳои Тоҷикистон

**Аннотатсия:** Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги гидроэнергетикӣ аст ва имконият пайдо мешавад, ки дар фасли тобистон оби бекорхобидаи обанборҳоро дар шакли сӯзишвории гидрогенӣ ба ҳар масофа интиқол дод. Дар мақола тадқиқот оид ба кор карда баромадани усул ва роҳҳои нави нигоҳ доштан ва ба даст овардани моддаҳои барои ҷамъ кардани Н<sub>2</sub> бо назардошти истифодаи навъҳои маҳаллии ашёи хом дар доираи барномаи «Энергетикаи водородӣ дар Тоҷикистон» барраси карда мешавад. Гузаронидани иқтисодиёти кишвар ба истифодаи гидроген ҳамчун нури баранда низ як роҳи аз ҷиҳати техникӣ дурусти пешгирии зуҳуроти обшавии пирияхҳо, нигоҳ доштани мувозинати об ва тоза кардани фазои кишвари мо мебошад.

**Калидвожаҳо:** энергияи водородӣ, гидрогени хокистарӣ, гидрогени сабз, гидрогени кабуд, электролиз, ҷараёни электрохимиявӣ, компрессор, фишор.

**Усулҳои истехсоли гидроген.** Намудҳои зиёде барои ба даст овардани гидроген вучуд доранд ва ҳамаи намудҳо аз рӯи ранг тасниф карда мешаванд,

аммо гидроген воқеан як гази бе ранг аст [1]. Масалан, гидрогени сафед мавҷуд аст, ки он нодиртарин варианти гази гидроген аст, ки дар шакли холис дар табиат мавҷуд аст, аммо вариантҳои маъмултари онҳо гидрогени хокистарӣ, кабӯд ва сабз (Рис. 1 - 3) мебошанд.

Гидрогени хокистарӣ бо истифода аз навҳои гуногуни ангишт истеҳсол карда мешавад. Бо ин роҳ ба даст овардани гидроген миқдори зиёди гази карбон хориҷ карда мешавад. Ин намуд арзонтарин, вале ифлостарин роҳи ба даст овардани гидроген мебошад. Ҳамзамон, ба ҷои ангишт гази табииро дар реаксияи химиявӣ истифода бурдан мумкин аст. Дар баробари ин як қисми гази карбон гирифта мешавад, чунин гидрогенро дар зарфҳои нигоҳдории калони гуногун нигоҳ доштан мумкин аст, ки онро гидрогени кабӯд меноманд. Он мисли гидрогени хокистарӣ ифлос нест, балки гарантар аст. Гидрогени сабз чунин номида шуд, зеро раванди он то ҳади имкон тоза аст, партовҳои гази карбон надорад. Барои ин об тавассути нерӯи барқ аз манбаҳои энергияи тоза ба оксиген ва гидроген тақсим карда мешавад. Ба муҳити зист зараровар нест, аммо хеле нархи гаран дорад. Гидроген як элементи кимиёвӣ хеле часпанда аст, ҳамеша ба ҷизе ниёз дорад, ки ба он ҳамроҳ шавад. Бале, он яке аз элементҳои маъмултари сайёра аст, аммо дар айни замон он ҳамеша бо ҷизе алоқаманд аст, онро аз он ҷо ҷудо ва истихроҷ кардан лозим аст.

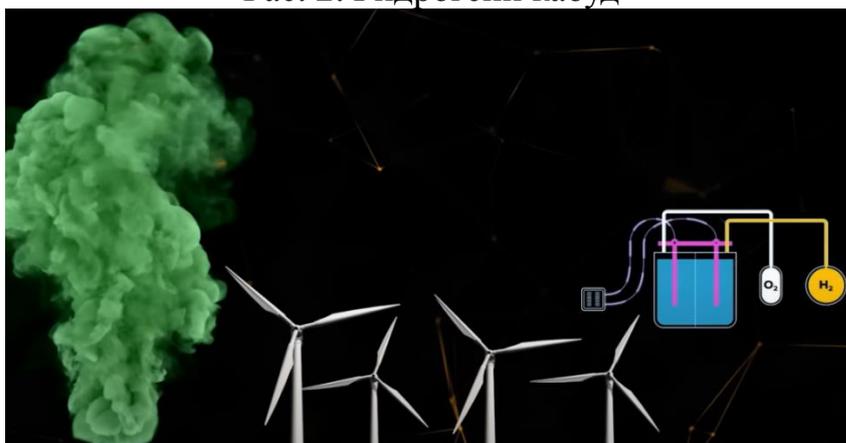
Намудҳои маъмултари тавлиди гидроген бидуни пайвастиши ба манбаи энергия электролиз (Рис. 4) ва танзими табилии метан бо роҳи буғ мебошанд. Агар як зарф об ва батареяро гирифта, контактҳои онро ба ду электрод пайваस्त кунед ва ба об гузоред, пас аз чанд сония дар наздикии электродҳо хубобчаҳои мебинед, ки гидроген ва оксиген мебошанд, ки дар онҳо об тақсим мешавад.



Рас. 1. Гидрогени хокистарӣ



Рас. 2. Гидрогени кабуд

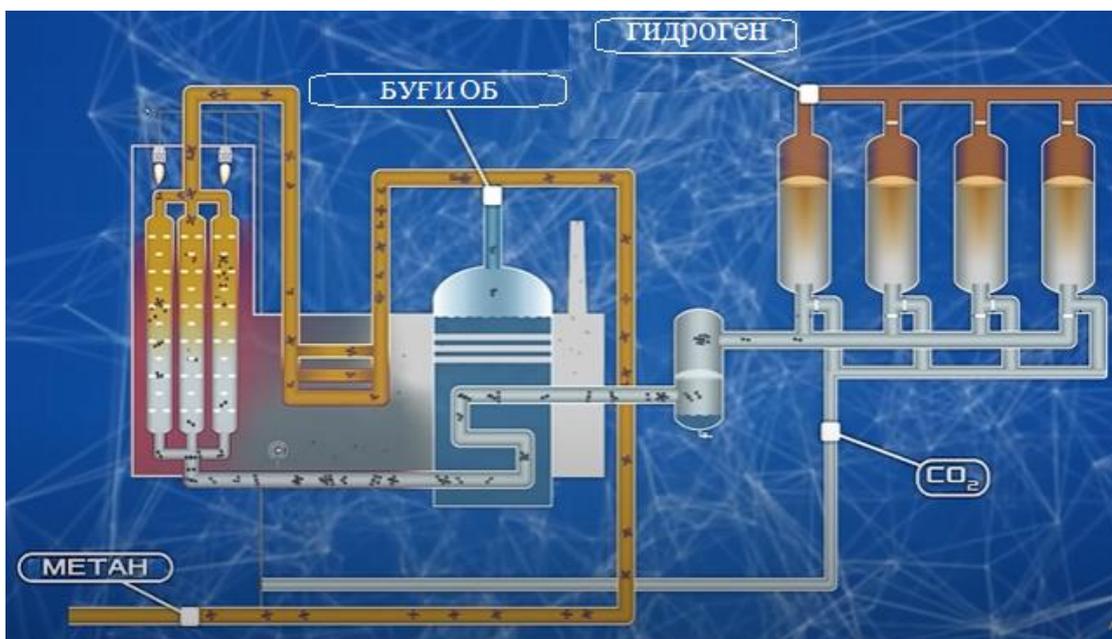


Рас. 3. Гидрогени сабз



Рас. 4. Электролиз

Бо роҳи буғи табдил додани метан (Рис. 5) низ як навъҳои нисбатан содда ба даст овардани гидроген аст. Метан дар зери фишор, дар ҳарорати баланд бо буғи об омехта мешавад, реаксияи химиявӣ ба амал омада, гази карбон ( $\text{CO}_2$ ) ва гидроген ба вуҷуд меояд. Имрӯзҳо барои ба даст овардани сӯзишвории тоза корҳои хеле ифлоскунадаи ҳаворо ба анҷом расондан лозим, ки ин ҳақиқат аст.



Рас. 5. Табдилдиҳии буғии метан

Мушкилот дар он аст, ки дар воқеъ мо танҳо гидрогенро бе ихроҷи карбон меҳоҳем. Яъне, он танҳо тавассути электролиз ва танҳо бо истифода аз энергияи манбаъҳои тоза ва барқароршаванда истеҳсол мешавад. Ин намуд гидроген хеле қимат аст. Барои қиёс кардан мисол меорем. Дар соли 2020 як кило гидрогени сабз аз 5 то 6,80 доллар арзиш дошт, гидрогени кабуд бошад аз 1,40 то 2,40 доллар ва гидрогени хокистарӣ аз 1 то 1,80 доллар арзиш дошт. Барои чи ин қадар қимат аст.

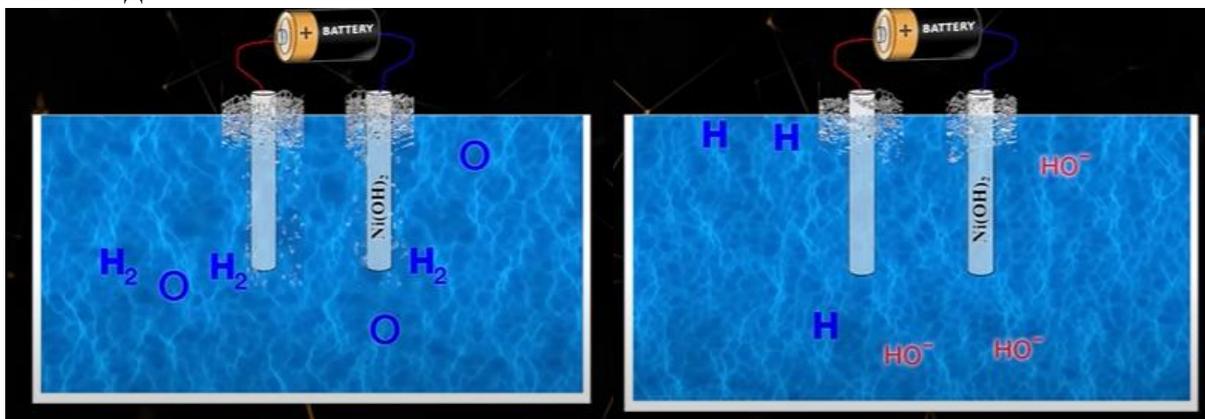
Аввалан, манбаъҳои барқароршавандаи энергия нисбат ба энергияи аз манбаъҳои ананавӣ истеҳсолшаванда ҳоло ҳам гарантанд ва дуҷум, дар электролиз мембранаҳои хеле гаранбаҳо истифода мешаванд, онҳо лозиманд барои ҷудо кардани гидроген ва оксигени, ки он ҷудо мешавад ҳангоми реаксия, вагарна онҳо метавонанд ҳангоми омехта шудан тарканд. Ба мо танҳо гидрогени тоза лозим аст ва гидрогени кабуд ҳам дар ин вазъият ёрӣ намерасонад, зеро вай ба муҳити зист зарар дорад.

Масъала дар он аст, ки дуоксиди карбон воқеан ҳангоми истеҳсоли гидроген на он қадар хуб даст оварда мешавад. Истеҳсолкунандагон мегӯянд, ки онҳо қисми зиёди партовҳои зарароварро нигоҳ медоранд, аммо дар асл қариб нисфи онро манъ мекунанд. Боз як камбуди гидроген вучуд дорад, барои нигоҳ доштани гидроген нисбат ба газ зарфҳои ҳаҷмаш калон лозиманд. Пас, чӣ бояд кард?

**Оё бо гидрогени сабз ин вазъиятро тағйир додан мумкин аст?**

Олимони Изроилӣ (стартап)-ҳо аз ташкилоти H<sub>2</sub>PRO боварӣ доранд, ки онҳо дорои ҳалли инқилобии ин мушкилот мебошанд. H<sub>2</sub>PRO дар соли 2019 аз ҷониби коршиносони гидрогени пешбари Донишкадаи Технологиҳои Изроил - профессор Гидеон Грейдер, профессор Авнер Ротшилд ва доктор Хен Дотан таъсис дода шудааст. Муҳандисони H<sub>2</sub>PRO усули инқилобии ҷудокунии обро таҳия кардаанд E-TAC (ELECTROCHEMICAL. THERMALLY ACTIVATED CHEMICAL).

Ҳалли онҳо дар озод кардани оксиген ва гидроген дар марҳилаҳои гуногуни ҷараёни электролиз мебошад (Рис. 6). Ин имкон медиҳад, ки аз мембранаҳои гаранбаҳо даст кашанд ва ҷараёно арзонтар кунанд. Марҳилаи якум электрохимиявӣ буда, ҷараён аз об мегузарад, вале он на ба ду атоми гидроген ва як атоми оксиген таҷзия намешавад, балки ба атоми гидроген ва ионҳои гидроксид табдил меёбад, ки ба аноди гидроксиди никел ҷалб карда мешаванд.



Рас. 6. Ҷараёни электрохимиявӣ ҷудошавии об (атоми гидроген ва ионҳои гидроксиди никел)

Дар ин ҷо марҳилаи дуюм меояд, вақте ки об дар он то  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  гарм карда мешавад (Рис. 7), анод бо об реаксия дода, оксиген хориҷ мекунад ва анод ба ҳолати аввалааш бармегардад. Ин раванд/ҷараён дар як давраи пӯшида дар зери фишори баланд то 100 бар сурат мегирад. Азбаски давра баста аст, компрессорҳо талаб карда намешаванд. Ҳамаи ин ҷараёнҳо раванди таҳиянамудаи гурӯҳи  $\text{H}_2\text{PRO}$ -ро самараноктар мекунанд. Коэффитсенти самаранокии он  $95\%$  буда, дар ҳоле ки дар электролизи ананавӣ коэффитсенти самаранокӣ тақрибан  $70\%$ -ро ташкил медиҳад [2].

Ҷараёни шарҳдодашуда соддатар аст, ки харочоти камтари нигоҳдорӣ ва хизматрасониро талаб мекунад. Он инчунин барои миқёскунӣ осон аст. Аммо ҳама чизе, ки аз ҷониби гурӯҳи  $\text{H}_2\text{PRO}$  пешниҳод гардидааст, бояд дар амал исбот карда шавад. Равандҳои таҳия намудаи гурӯҳи  $\text{H}_2\text{PRO}$ -ро миллиардер-Билл Гейтс имконпазир шуморида ва бовард дорад. Ичунин дар аввали соли 2022 барои рушди стартап тавассути фонди Breakthrough Energy Ventures 75 миллион доллар ҷудо кардааст. Модели таҳиянамудаи  $\text{H}_2\text{PRO}$  дорои иқтидори истеҳсолии 1 кг дар як шабонарӯз мебошад. Аммо мақсади асосӣ ба вучуд овардани электролизерҳои миқёси саноатӣ мебошад. Яке аз нақшаи бузурги ин лоиҳа то соли 2030 ба даст овардани арзиши гидрогени сабз на бештар аз 2 доллар барои як килограммро ташкил медиҳанд.



Рас. 7. Чараёни электрохимиявӣ (то 95°C гарм кардани об, хорич кардани оксиген ва ба ҳолати аввалааш баргардонидани анод).

### Баъзе хусусиятҳои рушди энергияи гидрогенӣ дар Тоҷикистон.

1) Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги гидроэнергетикӣ аст ва имконият пайдо мешавад, ки дар фасли тобистон оби бекорхобидаи обанборҳоро дар шакли сӯзишвории гидрогенӣ ба ҳар масофа интиқол дод. Инчунин дар ояндаи наздик имконият пайдо мешавад, ки дар биржа фурухтани сӯзишвории гидрогениро ба роҳ монд, зеро имруз нафт, газ ва ғайра фурухта мешаванд.

2) Тарғиби энергияи гидрогенӣ, таваччуҳи сармоягузoronро ба азхудкунии манбаҳои гидроэнергетикии Тоҷикистон афзоиш медиҳад.

3) Кишвар боз як манбаи даромади устувор мегирад.

4) Барои бо роҳи электролиз ба даст овардани энергияи гидрогенӣ оби тоза низ лозим аст. Тоҷикистон дорои захираҳои зиёди оби тозаи барқароршаванда мебошад.

5) Вобастагии кишвар аз таъминоти маҳсулоти нафтӣ ва газ қатъ мегардад.

6) Истифодаи гидроген дар саноат, нақлиёт, авиатсия ва истеҳсоли нуриҳои минералӣ вусъат меёбад.

7) Ба муҳити зисти минтақа ва сайёра сахми назаррас гузошта хоҳад шуд.

8) Энергияи гидрогенӣ ва истифодабарии гидроген метавонад як соҳаи муҳими фаъолият ва манбаи даромади олимон, муҳандисон, ходимони илми соҳаи химия ва коргарони баландихтисос гардад.

9) Рушд додани навҳои ҳозиразамони саноат, кашонидани маҳсулот ба масофаҳои дур, коркард ва нигоҳ доштани озукаворӣ ва ғайра.

10) Сӯзишвории гидрогениро дар муҳаррик сӯзонидан мумкин аст. Бо истифода аз сӯзишвории гидрогенӣ имконияти истеҳсоли энергияи электрикӣ ва гармӣ дар ҳамаи минтақаҳои Тоҷикистон ба роҳ меояд.

11) Гидрогенро ҳамчун ашёи хоми саноатӣ ва яке аз элементҳо дар таркибии дигар маҳсулоти химиявӣ, аз қабилӣ аммиак (яке аз чӯзӣ муҳимтарини нуриҳо) ва метанол (дар истеҳсоли пластмасса истифода мешавад) истифода бурдан мумкин аст.

12) Гидроген ва ҳосилаҳои онро дар зарфҳо ба муҳлати дароз нигоҳ доштан мумкин аст, ки онҳо метавонанд яке аз муҳимтарини ҳалли мушкилоти нигоҳдории дарозмуддати энергия гардад.

13) Гидроген дорои ҳамаи сифатҳои болозикр мебошад ва сӯзишвории истихроҷшавандаро бидуни партовҳои гази карбон иваз кунад.

### **Тоҷикистон чӣ гуна душворихоро паси сар хоҳад кард.**

1) Ҷалби сармоягузoron ба рушди минбаъдаи босуръати гидроэнергетика, зеро мушкилии фурӯши энергияи электрикии зиёдати дар фасли тобистон аз байн меравад.

2) Ҷалби сармоягузoron ба бунёди энергияи гидрогенӣ, саноат, нақлиёт ва ғайра.

3) Тайёр ва омода намудани кадрҳо дар тамоми самтҳои энергетика ва саноати гидрогенӣ.

4) Таъсиси заминаи қонунгузорӣ ва хадамоти таъмини беҳатарии истифода дар Тоҷикистон барои кор кардан ва нигоҳ доштани гидроген.

### **Истифодаи гидрогени «сабз» ба такмили минбаъда ниёз дорад.**

1) Арзиши асли бояд ҳануз кам шавад ва ҳаҷми маҳсулот афзоиш ёбад.

2) Ҷори намудани стандартҳои ҳамоҳангшуда, расмиёти сертификатсия ва назорат, ки беҳатарӣ, ҳамоҳангӣ ва муҳити зистро дар тамоми муддати арзиши иловашудаи гидрогени «сабз» таъмин мекунад, зарур аст. Он бояд на танҳо дар бораи пешгирии ихроҷи гидроген ё кам кардани партовҳо бошад.

3) Тоҷикистон ҳамчун як кишвари иқтисодаш рӯ ба инкишоф, бояд кӯмаки молиявӣ ва технологӣ бичӯяд, то аз авҷи бозори гидрогени «сабз» истифода барад. Мушкилот дар он аст, ки иқтисодҳои рӯ ба тараққӣ, ки бо энергияи барқароршаванда таъминанд, танҳо ҳамчун таъминкунандагони молекулаҳои энергияи «сабз» барои марказҳои талаботи саноатӣ дида мешаванд, на ҳамчун маконҳои умедбахш барои саноаткунони пурраи энергияи «сабз». Тоҷикистон бояд аз имкониятҳои мавҷуда барои густариши ҳамкориҳои байналмилалӣ оид ба истифодаи энергияи гидроген васеъ истифода барад.

### **Баъзе имкониятҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон дар рушди гидрогени «сабз».**

1) Дар ин замина, пеш аз ҳама, кор дар Академияи миллии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ фазои зарурӣ барои инкишофи корҳои махсус мавҷуд мебошад. Кор бояд дар ҳамкориҳои зич бо вазорату идораҳои ҷумҳурӣ, аз ҷумла бо корхонаҳои пешқадами кишвар ба роҳ монда шавад.

2) Ҳамкориҳо бо оmodасозии пешниҳодҳо ва кор бо сармоягузoron, роҳандозии ҳамкорӣ бо тамоми ҷонибҳои манфиатдор. Пеш аз ҳама, бо кишварҳои Хитой, Олмон, ИМА, Фаронса, Русия ва ғайра. Сармоягузориҳои хориҷӣ ва ҳамкориҳо бо илму маориф дар Тоҷикистон бояд бо корҳои мушаххаси салоҳиятдор барои ҷалби сармоягузoron ба энергияи гидрогенӣ ва гидроэнергетикӣ кишвар равона шаванд.

3) Оид ба гидроген кайҳо боз ҳамчун сӯзишвории оянда сухан мерафт. Дар ин даҳсола, он метавонад сӯзишвории замон гардад. Ҳанӯз масъалаҳои ҳалношуда зиёданд, аммо бо муносибати дуруст ба истихроҷи гидрогени «сабз» ин метавонад як қадами муҳим дар роҳи расидан ба ҳадафҳои

муҳимтарин: таҳкими суботи иқлим, амнияти энергетикӣ, иқтисодӣ ва рушди муносири Ҷумҳурии Тоҷикистон бошад.

4) Пеш аз ҳама асоси фаъолияти энергетикаи Тоҷикистон бояд муваффақияташ дар рушди захираҳои гидроэнергетикии кишвар бошад.

**Интихоби** гидроген ҳамчун интиқолдиҳандаи энергияи оянда пеш аз ҳама ба тозагии сӯзиши он, ки маҳсулаш об аст, вобаста аст. Худи  $H_2$  маъмултарин унсури кимиёвӣ дар олам иебошад. Дорои захираҳои номаҳдуди ашёи хом (об ва ҳама моддаҳои органикӣ) мебошад, ки арзиши калорияи он вобаста ба намуди истехсол аз 120 то 144 мҶ/кг ҳисоб карда мешавад, ки ба ҳисоби миёна аз меъёр зиёд аст. Калориянокии гази табиӣ ва ангишт мутаносибан ба 3,59 ва 4,43 баробар аст.

Тибқи таснифи кишварҳои ҷаҳон аз рӯи “эффактҳои гармхонаӣ” Тоҷикистон дар ҳоли ҳозир мақоми “кишвари сабз” дорад, ҳаҷми партовҳои  $CO_2$  дар як сол камтар аз 1 тонна ба ҳар сари аҳоли ва ҳиссаи умумии кишвар дар миқёси ҷаҳонӣ то  $3 \cdot 10^{-4}$  фоизро ташкил медиҳад.

**Кадрҳо ва потенциали илмӣ барои тараққӣ додани энергетикаи гидрогенӣ.** Энергетикаи гидрогенӣ соҳаи илмталаб буда, онро мутахассисони баландихтисос дар соҳаҳои химия, физика, энергетика, материалшиносӣ, экология, бехатарии процесҳои технологӣ, иқтисодиёт ва ғайра ба вучуд оварда метавонанд. Инчунин бояд заминаи илмӣ ва техникаи ҳозиразамон ба вучуд оварда шавад. Тайёр намудани мутахассисони баландихтисос ва иҷрои корҳои илмӣ-тадқиқотии хусусиятҳои гуногундошта. Таъмини соҳа бо усул ва роҳҳои ба даст овардани энергияи гидрогенӣ аз ашёи хоми ватанӣ, системаи нави нигоҳ доштан ва истифода бурдани он дар соҳаҳои алоҳидаи саноат. Инчунин технологияи истифода мешуда дар объектҳои мувофиқи талаботи устуворӣ, самаранокии истехсолот ва таъмини бехатариро иҷро намояд.

**Татбиқи энергияи гидроген дар раванди истехсолот.** Технологияи анъанавии ҳосил кардани гидроген бо роҳи электролизӣ об бартараф карда шуда, он роҳи классикӣ гардид. Бисёр корхонаҳои кишварҳои гуногун электролизерҳои иқтидорашон гуногун истехсол мекунанд. Барои татбиқи ин истехсолот танҳо сармоягузори лозим аст. Дар баробари ин дар вақти аз ангишт табдил додани гидроген технологияи анъанавии ба газ табдилдиҳии ангишт ба талаботи энергияи гидрогенӣ ҷавоб дода наметавонад. Он бесамар ва аз ҷиҳати экологӣ ифлос буда, аз партовҳои газҳо ба атмосфера холи намебошад. Дар ин ҷо коркарди ангиштро бо технологияи бепартов ва комплексӣ ба роҳ мондан лозим аст.

Масалан, дар аввал дар ҳарорати то  $700^\circ C$  ҳамаи моддаҳои органикии ҳамроҳи карбон аз таркиби ангишт ҷудо карда мешавад.

Пас аз он барои истифода аз рӯи таркибашон хунук карда мешаванд, аз ҷиҳати таркибашон карбон ба газ табдил дода мешавад ва боқимонда тавассути оксидкунонии  $H_2O$ ,  $O_2$ , ҳаво, ё омехтаи он бо роҳи ба даст овардани гази генератории таркиби муайян истифода мешаванд.

Дар баробари ин, хокистари ангиштро низ чудо карда, дар таркиби масолеҳи сохтмонӣ ё барои дигар мақсад истифода мебаранд. Технологияҳои пешниҳодшудаи коркарди ангишт партов надоранд ва камхарҷ мебошанд, зеро гармии гази генератор дар ҳуди истеҳсолот бе зарурати гармии берунӣ самаранок истифода мешавад.

Як ҷузъи **мураккаби** энергияи гидроген ин истифодаи гидроген ҳамчун интиқолдиҳандаи энергия мебошад. Ин мураккабӣ бо хосиятҳои худ гидроген алоқаманд аст: он гази сабуки идорашавандаи зичии  $0,0897 \text{ г/см}^3$ , тарканда (концентратсияи таркиши  $\text{H}_2$  дар ҳаво 4...75% аз рӯи ҳаҷм), дар ҳаво коэффисиенти баланди диффузия дошта ва дигар хосиятҳои манфиро низ доро мебошад. Зичии пасти гидроген талаб мекунад, ки он дар фишори то 100 МПа нигоҳдорӣ ва интиқол дода шавад. Таҷҳизот бояд аз маводи қавӣ, вале сабук бо омили баландсифат сохта шавад ва он бояд қатъии мутлақро таъмин намояд, то ноустувории газро пешгирӣ кунад. Барои сӯхтани гидроген, инчунин вобаста ба хусусияти объекти истифодаи энергия системаи алоҳида истифода бурдан лозим аст.

Гидроген на танҳо дар ҳолати газ, балки дар шакли басташуда дар таркибҳои маводи кимиёвии дорои гидроген, дар ҳолати ҷамъшуда тавассути моддаҳои интиқолдиҳандаи  $\text{H}_2$ , масалан, дар таркибҳои гидридҳои металлӣ нигоҳ дошта ва интиқол дода мешавад. Ҳолати гидроген ҳангоми истифода вобаста ба ҳадафи функционалии он интиҳоб карда мешавад.

### **Хулоса**

Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги гидроэнергетикӣ бошад ҳам тадқиқотхоро оид ба кор карда баромадани усул ва роҳҳои нави нигоҳ доштан ва ба даст овардани моддаҳо барои ҷамъ кардани  $\text{H}_2$  бо назардошти истифодаи навҳои маҳаллии ашёи хом дар доираи барномаи «Энергетикаи водородӣ дар Тоҷикистон» рушд додан лозим мешавад, чунки гузаронидани иқтисодиёти кишвар ба истифодаи гидроген ҳамчун нерӯи баранда низ як роҳи аз ҷиҳати техникӣ дурусти пешгирии зухуроти обшавии пирахҳо, нигоҳ доштани мувозинати об ва тоза кардани фазои кишвари мо мебошад.

### **Феҳристи адабиёт**

1. Вуд, Т.Е., Брей, Л. А., Буццеллато, Д. М., Дамте, Г. Д., Фанслер, Д. Д., Джонс, М. Е., & Муэллер, М. Е. (2010). Избирательное окисление окиси углерода относительно водорода с помощью каталитически активного золота.
2. Salehi, M. (2023). The 9 Startups Reshaping Our Path to a Sustainable Future: Revolutionizing Green Energy. Available at SSRN 4431629.

## **ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ЧАСТЬ 2. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ**

*Аннотатсия:* Таджикистан обладает большими гидроэнергетическими ресурсами, и есть возможность в летний период транспортировать неиспользуемую воду из водоемов в виде водородного топлива на любые расстояния. В статье рассмотрены исследования по разработке новых методов и способов хранения и получения веществ для сбора  $\text{H}_2$  с учетом использования местных видов сырья в рамках программы «Водородная энергетика в Таджикистане». Перевод экономики страны на использование водорода в

качестве движущей силы также является технически правильным способом предотвратить возникновение таяния ледников, сохранить водный баланс и очистить атмосферу нашей страны.

**Ключевые слова:** водородная энергетика, серый водород, зеленый водород, синий водород, электролиз, электрохимический процесс, компрессор, давление.

## HYDROGEN ENERGY. PART 2. HYDROGEN ENERGY DEVELOPMENT PERSPECTIVES IN TAJIKISTAN

**Annotation:** *Tajikistan has large hydropower resources, and there is an opportunity to transport idle water from reservoirs in the form of hydrogen fuel to any distance during the summer. The article examines the research on the development of new methods and ways of storing and obtaining substances for the collection of H<sub>2</sub>, taking into account the use of local types of raw materials within the framework of the "Hydrogen Energy in Tajikistan" program. Transferring the country's economy to the use of hydrogen as a driving force is also a technically correct way to prevent the occurrence of melting glaciers, maintain the water balance and clean the atmosphere of our country.*

**Keywords:** *hydrogen energy, gray hydrogen, green hydrogen, blue hydrogen, electrolysis, electrochemical process, compressor, pressure.*

## ГЕНЕЗИС ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ ВАХШ

Абдушукуров Д.А.<sup>1,2</sup>, Ян Лентсчке<sup>3</sup>, Шаймурадов Ф.И.<sup>1</sup>, Эмомов К.Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Национальной академии наук Таджикистана*

<sup>2</sup>*Физико-технический институт им. С.У. Умарова  
Национальной академии наук Таджикистана*

<sup>3</sup>*Институт Географии Берлинского Университета имени Гумбольта*

**Аннотация:** Проведено исследование генезиса поверхностных вод в горной части реки Вахш, начиная с Рогунского водохранилища и до образования реки Сурхоб. Исследования проводились методом изучения стабильных изотопов воды на спектрометре «Picarro L2110-I». Получено уравнение локальной линии метеоритных вод для бассейна реки Вахш. Показано, что локальная линия лежит выше глобальной линии метеоритных вод, что связано с тем, что бассейн реки лежит довольно далеко от Средиземного моря и Атлантического Океана, где зарождается основная часть влаги, переносимая на восток. Изотопически самая тяжелая вода обнаружена в Рогунском водохранилище, а самая легкая вода в реке Муксу. Основное питание Муксу получает из ледника Федченко. Ледник находится на дальней и самой высокой точке водосборного бассейна реки Вахш. При перемещении тучевых облаков вдоль реки из-за гравитационных законов в первую очередь выпадают тяжелые изотопы воды, а облака обогащаются легкими изотопами. Таким образом до ледника долетают в основном легкие изотопы. Вода в реке Кызылсу тяжелее, чем вода в Муксу, связано это с тем, что в составе питания реки присутствуют подземные (до 75%) воды. Боковые притоки Вахша приносят дождевые и снежные воды, собираемые с невысоких гор, которые бывают более тяжелыми.

**Ключевые слова:** стабильные изотопы, дейтерий, тяжелая вода, легкая вода, река Муксу, река Кызылсу.

**Введение.** Вахш - особо важная для энергетики Таджикистана река совместно с Пянджем образует Амударью. Длина реки — 524 км, площадь

водосборного бассейна — 39 100 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в нижнем течении 666 м<sup>3</sup>/с. В бассейне реки Вахш насчитывается 569 горных озёр общей площадью 1737 км<sup>2</sup>, в основном они расположены на высотах 2800—3500 м. В устье Вахша находится заповедник «Тигровая балка».

Вахш берёт начало при слиянии рек Кызылсу и Муксу. Большая часть бассейна расположена в пределах Памиро-Алайской горной системы. В верховье называется Сурхоб и течёт на запад; приняв слева реку Обихингоу, получает название Вахш и поворачивает на юго-запад. Вахш течёт преимущественно в узкой долине, местами превращающуюся в глубокое ущелье; в 170 км от устья выходит в Вахшскую долину, где разбивается на рукава, вода которых используется для орошения и водоснабжения.

Питание реки преимущественно ледниково-снеговое, в меньшей степени дождевое. Половодье наблюдается в период интенсивного таяния ледников: с мая по сентябрь, межень в ноябре-апреле. Средний расход в среднем течении 660 м<sup>3</sup>/сек, наибольший (в июле) — 3120 м<sup>3</sup>/сек, наименьший (в феврале) — 130 м<sup>3</sup>/сек. Воды Вахша, отличались большой мутностью (4,16 кг/м<sup>3</sup>), но после постройки Нурекской ГЭС стали прозрачными, голубого цвета.

Река Кызылсу имеет площадь водосборного бассейна равную 8380 км<sup>2</sup> и длину 254 км. Практически весь сток реки Кызылсу формируется на территории Кыргызстана на южных склонах Алайского и северных склонах Заалайского хребтов.

Река Муксу является второй составляющей реки Сурхоб. Длина реки 88 км с площадью водосборного бассейна 7070 км<sup>2</sup>. Бассейн реки расположен в наиболее возвышенной части бассейна реки Вахш, при средней высоте бассейна 4540 м. Образуется Муксу при слиянии рек Сельдара и Сауксай. Река Сельдара берёт начало у самого большого в Центральной Азии ледника Федченко.

### Экспериментальные данные

В природе все воды гидросферы на суше подвержены круговороту и обновлению. В последнее время для изучения процессов формирования поверхностных и подземных вод, все чаще используют изотопные методы [2].

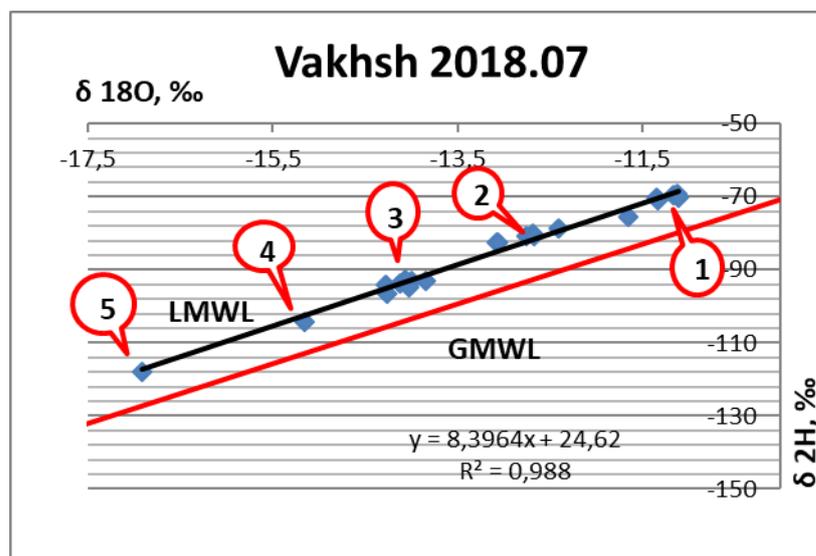
Содержание дейтерия и кислорода-18 в атмосферных осадках тесно коррелируют между собой [3-7]. Эта корреляция описывается уравнением:  $\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10\text{‰}$  (SMOW), которое справедливо для поверхностей океанов и морей, и прибрежных зон, но не соблюдается для аридных и полуаридных зон. Распределение изотопного состава осадков в координатах  $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$  для поверхностей океанов называют глобальной линией метеорных вод (GMWL) или линией Крейга [3]. Для аридных и полуаридных зон необходимо применять локальные линии метеоритных вод (LMWL), которые могут заметно отличаться.

Целью наших исследований являлось изучение генезиса воды в горной части бассейна реки Вахш.

В таблице 1 приведены данные об изотопных измерениях. Указаны места отбора образцов воды. Образцы отбирались как в самой реке Вахш, так и в ее притоках. Притоки расположены с двух сторон Вахша, с левого берега, невысокие хребты, а с правого берега достаточно крутые склоны южной стороны Гиссарского хребта.

Таблица 1. Данные об изотопных измерениях

Место отбора образцов	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$
Оби Гарм	-11,11	-70,1
Р. Вахш-3	-13,99	-92,9
Хакими	-11,17	-69,7
Мучахарфо	-11,12	-69,2
Приток-2	-11,11	-69,9
Приток-3	-11,35	-70,1
р. Вахш-2	-14,12	-93,7
р. Сурхоб-3	-14,28	-94,2
р. Оби Хингоу	-14,06	-92,7
Лангари Шох	-12,4	-78,8
Гулрез	-12,68	-80
Шураки Тапали	-12,76	-80,7
р. Муксу	-16,91	-117,9
Р. Кызылсу	-14,03	-94,8
Приток-1 р. Сурхоб	-14,26	-96,7
Приток-2 р. Сурхоб	-13,85	-92,9
р. Ярхич, кишлак Хаит	-12,67	-80,7
р. Сурхоб-2	-15,16	-104,4
Дараи Нушор, р. Шурак, после смешивания	-13,07	-82,6
Дараи Нушор, р. Шурак, до смешивания	-13,06	-82,5
Чашмаи намак, Дараи Нушор, р. Шурак		
р. Белги	-11,33	-70,8
МЧС В/Ч 45075, чашма Лояк, д. Бедак	-11,65	-75,6
дарёи Намак		
Вахш. 5-22	-13,55	-90,8
Приток Нурек. Рядом с ГЭС. 4-22	-11,07	-70,6



**Рис 1.** Изотопные отношения для воды Вахша и ее притоков.

Для изотопных анализов применялся анализатор стабильных изотопов «Picaro L2110-I» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. Анализатор позволяет измерять стабильные изотопы воды ( $H_2O$ ) в твердых телах, жидкостях и парах. В качестве эталона использовался стандарт средней океанической воды – V-SMOW (Vienna Standard of the Mean Ocean Water), для которого  $\delta^2H=0\text{‰}$  и  $\delta^{18}O=0$  [2].

Как видно из рис. 1 распределение изотопов крайне неравномерно. Все измеренные отношение изотопов лежат гораздо выше глобальной линии метеоритной воды (GMWL), которая соответствует океанической воде.

Уравнение LMWL имеет вид  $\delta^{18}O= 8,3964 \delta^2H-24,62$ . Коэффициент корреляции данных очень высок и равен  $R^2=0,98$ .

Это явление может быть объяснено тем, что Таджикистан расположен в глубине континента, вдали от мировых океанов. Тучевые облака, формируемые в основном над океанами, проходят длинные дистанции, прежде чем выпасть в качестве осадков в бассейне реки Вахш. В силу законов гравитации, в первую очередь выпадают тяжелые изотопы, а облака обогащаются легкими изотопами.

На локальной линии метеоритных вод обозначились пять точек, которые отличаются от окружающих. В этих аномальных зонах вода по своему изотопному составу более тяжелая, чем окружающие. В таблице 2 указаны реки и притоки в аномальных зонах. Наиболее тяжелая вода находится в точке 1, а в точке 5 наиболее легкая вода.

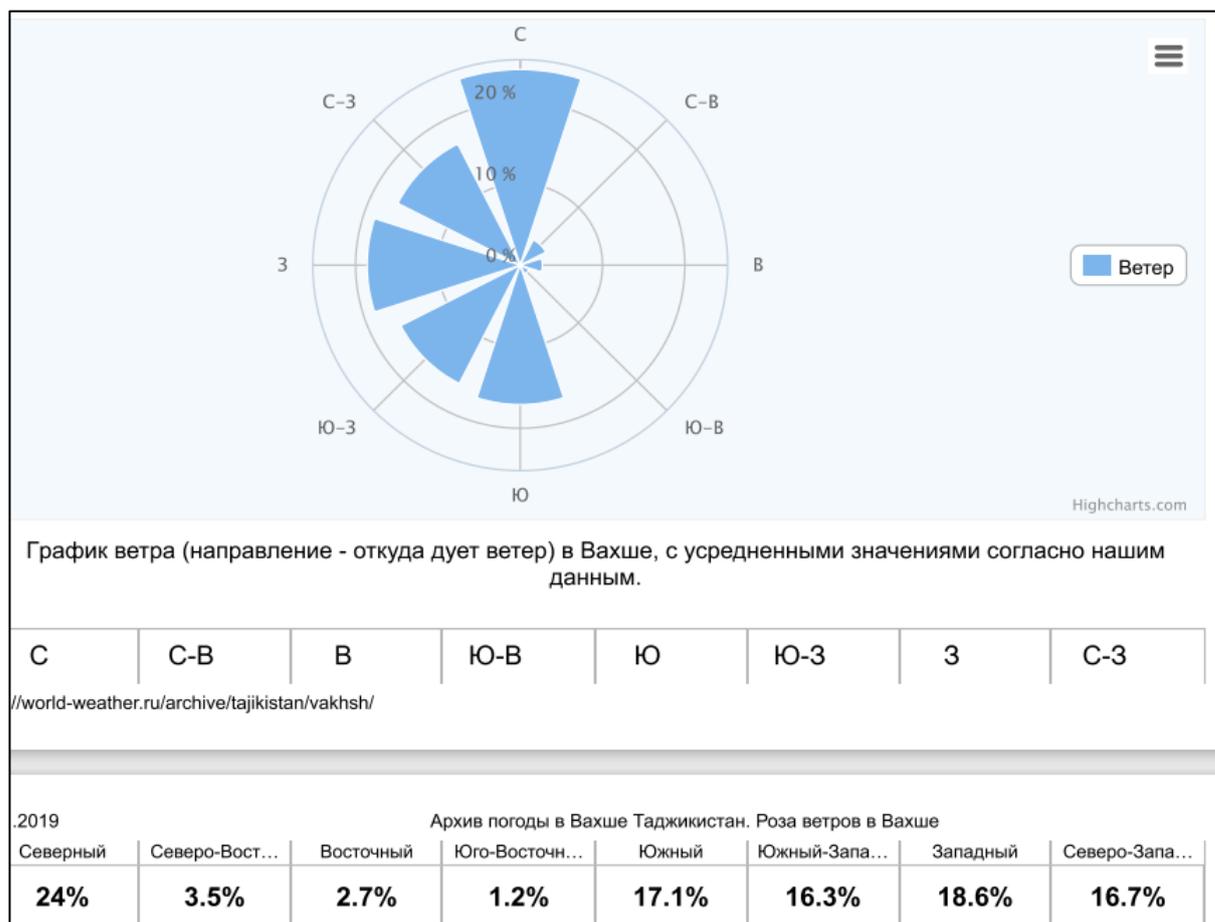
**Таблица 2.** Точки отбора образцов воды на реке Вахш и ее притоках, в которых обнаружено аномальное содержание стабильных изотопов воды

1	2	3	4	5
Хаками	Дарай Нушор 1	р. Сурхоб-3	р. Сурхоб	Муксу
Мучахарфо	Дарай Нушор 2	Приток-1 р.		

		Сурхоб		
Оби Гарм	Шураки Капали	р. Вахш-2		
Приток-2 р. вахш	Гулрез	р. Оби Хингоу		
	р. Ярхич	р. Кызылсу		
	Лангари Шох	Р. Вахш-3		
	родник д. Бедак	Приток-2 р. Сурхоб-2		
	Приток-3			
	р. Белги			

Аномальные точки: Точка 1 (рис.1) начало нашего наблюдения находится недалеко от плотины Рогунского водохранилища. Роза ветров для реки Вахш представленная ГосГидрометом РТ показана на рисунке 2. В точке 1 на рисунке 1 собирается вода с притоков Хакими, Мучахарфо, Оби Гарм и одного Притока 2 реки Вахш. Согласно розе ветров, в данной точке преобладают южные ветра (Ю) 17,1 %, и Юго-западные ветра (ЮЗ) 16,3%. Южные ветра приносят влагу с Нурекского водохранилища и южных направлений, в основном со Средиземного моря и Атлантического океана. Юго-западные ветра проникают через долину реки Элок из Гиссарской долины. Горы и холмы в долине Элок достаточно низки и на них собираются осадки в виде дождей и снега. Осадки из дождей и снега изотопически бывают более тяжелыми, так как собираются на низких высотах. Воды из притоков собираются в Вахше, внося свой вклад в изотопный состав воды в Вахше.

Точка 2 охватывает притоки и Вахш в окрестностях поселка Нуробод это притоки Дараи Нушор, Шураки Купали и др. с левого берега Вахша и Ярхич с правого берега Вахша. Левобережные притоки протекают среди неогенных отложений, обладают повышенной минерализацией и формируются на незначительных высотах [9], а приток Ярхич истекает из известняков и гранитных скал в долине Хаит. Питание левобережных притоков составляют снега и дожди, а правобережных притоков ледники и многолетние снежники.



**Рис. 2.** Роза ветров на реке Вахш [9].

Точка 3 охватывает значительную территорию, начиная с точки образования реки Вахш, место слияния рек Сурхоб и Оби Хингоу и до места слияния Кызылсу и Муксу и образования реки Сурхоб. Место слияния рек Сурхоб и Оби Хингоу представляет собой двух слияние двух высокогорных ущелий, которые делят воздушные потоки на две части. В соответствии с розой ветров Гидромета в поселке Гарм, расположенным выше слияния по реке Сурхоб, в основном ветра дуют с Юго-западного (ЮЗ) направления 59,9% и южного (Ю) направления 38% [8], а в поселке Тавильдара выше слияния по реке Оби Хингоу ветра дуют также, как и в Гарме с (ЮЗ) 59,9 %, а с (З) ветер дует в 38% [8]. Слияние рек делят воздушные потоки и влагу практически на две равные составляющие. Воздушные потоки и соответственно влага, переносимая ими в точке 3 подобна потокам в точке 2 и похожа на точку 1, то распределение изотопов также подобно воздушным потокам. Изотопный состав воды в точке отбора Оби Хингоу содержит значительное количество тяжелых изотопов и отличается от точки отбора воды в точке Муксу. Точка отбора Кызылсу находится выше точки Сурхоб, в которой смешиваются воды Кызылсу и Муксу, в тоже время вода в ней более легкая по сравнению с Кызылсу. Утяжеление воды в Кызылсу происходит за счет питания Кызылсу. Питание Кызылсу состоит из ледникового (12%) и снегового (13%) таяния. Большая часть стока формируется за счёт подземных вод (75%), которые образуются в результате повышенной фильтрации поверхностного стока в водопроницаемых породах, слагающих бассейн реки

(известняки, сланцы, пески, конгломераты, галечники, крупнообломочные ледниковые отложения). Наличие значительного количества подземных вод приводит к утяжелению воды.

Точка 4. Точка отбора проб на реке Сурхоб, ниже кишлака Домбрачи. Точка лежит ниже слияния рек Кызылсу и Муксу, хотя вода в ней изотопически легче, чем в Кызылсу. Это объясняется влиянием Муксу, которая выносит самую легкую воду в бассейне реки Вахш, смешиваясь воды становятся немного легче. Исток Кызылсу находится на склонах Заалайского (Каюмарского) хребта. Река протекает по Алайской долине, до впадения реки Айляма называется *Карасу*. Сливаясь с рекой Мугсу (Муксу) образует реку Сурхоб. Высота устья — 1834 м над уровнем моря.

Точка 5 находится на реке Муксу, выше слияния с Кызылсу. Муксу протекает с востока на запад к югу от Западного Заалая (западной части Заалайского хребта). Образуется на высоте 2745 м около селения Алтын мазар при слиянии Сельдары (левый исток Муксу), Каинды (центральный исток) и Сауксая (правый исток). Южный борт долины образуют северные отроги хребтов Академии Наук и Петра Первого.

Длина Муксу 88 км, площадь бассейна 7070 кв. км. Питание ледниково-снеговое, половодье с конца мая до начала октября. Средний расход воды около 100 куб.м/сек. Средний уклон – около 10 м/км. В бассейне реки Муксу находится крупнейший ледник Памира – ледник Федченко. Ледник находится на дальней и самой высокой точке водосборного бассейна Вахша. При перемещении тучевых облаков вдоль реки из-за гравитационных законов в первую очередь выпадают тяжелые изотопы воды, а облака обогащаются легкими изотопами. Таким образом, до ледника долетают в основном легкие изотопы.

### **Заключение**

Проведено исследования генезиса поверхностных вод в горной части реки Вахш, начиная с Рогунского водохранилища и до образования реки Сурхоб. Исследования проводились методом изучения стабильных изотопов воды на спектрометре «Picarro L2110-I» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. Получено уравнение локальной линии метеоритных вод для бассейна реки Вахш. Показано, что локальная линия лежит выше глобальной линии метеоритных вод, что связано с тем, что бассейн реки лежит довольно далеко от Средиземного моря и Атлантического Океана, где зарождается основная часть влаги, переносимая на восток.

Изотопически самая тяжелая вода обнаружена в Рогунском водохранилище, а самая легкая вода в реке Муксу. Основное питание Муксу получает из ледника Федченко. Ледник находится на дальней и самой высокой точке водосборного бассейна Вахша. При перемещении тучевых облаков вдоль реки из-за гравитационных законов в первую очередь выпадают тяжелые изотопы воды, а облака обогащаются легкими изотопами. Таким образом до ледника долетают в основном легкие изотопы.

Вода в реке Кызылсу тяжелее, чем вода в Муксу, связано это с тем, что в составе питания реки присутствуют подземные (до 75%) воды. Боковые притоки Вахша приносят дождевые и снежные воды, собираемые с невысоких гор, которые бывают более тяжелыми. Притоки, впадающие в Рогунское водохранилище, такие как Оби Гарм и другие, также поставляют более тяжелую воду. Влияние легкой воды (ледниковой) ощущается вплоть до водохранилищ. К сожалению, единичные пробы, отобранные в рамках экспедиции, не дают основания для оценки влияния распределения осадков, речного стока и подземных вод на системы водопользования. Для этого нужно проводить регулярно отборы проб и анализы стабильных изотопов в четыре сезона года, в сезоне половодья в период интенсивного таяния ледников и в межень. Чтобы получить более детальную картину состояния водных ресурсов в этом регионе, необходимо развивать данное направление исследований.

### Список литературы

1. Реки и озера Таджикистана, Главное управление по гидрометеорологии и наблюдениям за природной средой, Министерства охраны природы Республики Таджикистан, Душанбе, 2003, стр. 1-23.
2. Вахш (река в Тадж. ССР) // Брасос — Веш. — М.: Советская энциклопедия, 1971. — ([Большая советская энциклопедия](#): [в 30 т.] / гл. ред. [А. М. Прохоров](#); 1969-1978, т. 4).
3. Stable Isotope. Hydrology. Deuterium and oxygen-18 in water cycle. 1981, IAEA TRS-210. Vienna: IAEA, 439 p.
4. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // Science, 1961. N 133. P. 1702–1703.
5. Ферронский В. И., Поляков В. А., 2009, Изотопы гидросферы Земли. М.: Недра, 632 с.
6. Международное агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), 2018, «Global Network Isotopes in Precipitation» (GNIP). URL: [http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS\\_resources\\_gnip.html](http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_resources_gnip.html) (дата обращения 10.07.2018).
7. Gat J. R. 1980, The isotopes of hydrogen and oxygen in precipitation // eds P. Fritz, J.-Ch. Fontes. Handbook of environmental isotope geochemistry. The Terrestrial Environment. A. Elsevier, Amsterdam, 1980. Vol. 1. P. 21–48.
8. Архив погоды, Таджикистан, Вахш, роза ветров // [world-weather.ru/archive/Tajikistan/vakh/](http://world-weather.ru/archive/Tajikistan/vakh/)
9. Д.А. Абдушукуров, Д. Абдусамадзода, А.С. Кодиров «Первоначальное засоление рек в верховьях реки Вахш», Известия Академии Наук РТ, отд. Физ-мат, хим, гео. и тех. наук., №2 (171), 2018. -С. 98-106.

### ГЕНЕЗИСИ ОБҲОИ РӯИЗАМИНИ ДАР ҲАВЗАИ ДАРӢИ ВАХШ

*Аннотатсия:* Оид ба генезиси обҳои рӯизаминии қисмати кӯҳии дарӢи Вахи аз обанбори Рогун ва то пайдоиши дарӢи Сурхоб тадқиқот гузаронида шуд. Тадқиқот тавассути омӯзиши изотопҳои устувори об бо истифода аз спектрометри Picarro L2110-I гузаронида шуд. Муодилаи хатти локалии обҳои метеории барои ҳавзаҳои дарӢи Вахш ба даст оварда шуд. Нишон дода шудааст, ки хатти локалӣ аз хатти глобалии

обҳои метеоритӣ болотар аст, ки ин аз он сабаб аст, ки ҳавзаи дарё аз баҳри Миёназамин ва уқёнуси Атлантик хеле дур ҷойгир аст, ки қисми зиёди намӣ ба шарқ интиқол дода мешавад. Аз ҷиҳати изотопӣ аз ҷама вазнинтарин об дар обанбори Рогун ва сабуктарин об дар дарёи Муқсу пайдо шудаанд. Муқсу гизои асосии худро аз пирихи Федченко мегирад. Пирих дар дуртарин ва баландтарин нуқтаи ҳавзаи заҳкаиҳои Вахи ҷойгир аст. Вақте ки абрҳо дар канори дарё ҳаракат мекунад, аз рӯи қонунҳои ҷозиба, аввал изотопҳои вазнини об меафтанд ва абрҳо аз изотопҳои сабук бой мешаванд. Ҳамин тариқ, асосан изотопҳои сабук ба пирих меоянд. Оби дарёи Қизилсу назар ба оби Муқсу вазнинтар аст, ин аз он иборат аст, ки дар таркиби дарё оби зеризаминӣ (то 75%) мавҷуд аст. Шохҳои паҳлуи Вахи обҳои борону барфиро, ки аз куҳҳои паст ҷамъ шуда, вазнинтаранд, меоранд.

**Калидвожаҳо:** изотопҳои устувор, дейтерий, оби вазнин, оби сабук, дарёи Муқсу, дарёи Қизилсу.

### GENESIS OF SURFACE WATERS IN THE VAKHSH RIVER BASIN

**Annotation:** Research on the genesis of surface waters in the mountainous part of the Vakhsh River, starting from the Rogun reservoir and before the formation of the Surkhob River has been carried out. The research was carried out by studying stable isotopes of water using a Picaro L2110-I spectrometer. The equation of the local line of meteoric waters for the Vakhsh River basin was obtained. It is shown that the local line lies above the global line of meteorite waters, which is due to the fact that the river basin lies quite far from the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean, where the bulk of the moisture transported to the east originates. Isotopically, the heaviest water is found in the Rogun reservoir, and the lightest water is in the Muksu River. Muksu receives its main nutrition from the Fedchenko glacier. The glacier is located at the farthest and highest point of the Vakhsh drainage basin. When clouds move along a river, due to gravitational laws, heavy isotopes of water fall out first, and the clouds become enriched by light isotopes. Thus, mainly light isotopes reach the glacier. The water in the Kyzylsu River is heavier than the water in Muksu, this is due to the fact that underground (up to 75%) water is present in the river's nutrition. The side tributaries of the Vakhsh bring rain and snow waters collected from low mountains, which are heavier.

**Keywords:** stable isotopes, deuterium, heavy water, light water, Muksu River, Kyzylsu River.

### ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ ОБҲОИ ЗЕРИЗАМИНӢ ДАР НОҲИЯҲОИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

**Толибова У.О., Нажмудинова Ф.И.,**

*Институти масъалаҳои об гидроэнергетика ва экологияи  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

**Аннотатсия:** Чунин ба назар мерасад, ки таҳлили обҳои зеризаминии Тоҷикистон басо актуалӣ буда, мароқи илмию амали дорад. Қайд кардан мумкин аст, ки сарфи назар аз он, ки дар Ҷумҳурии обҳои зеризаминӣ ҳамчун манбаи об барои таъминоти хоҷагӣ истифода шавад. Инчунин дар натиҷаи тадқиқот муайян гардид, ки консентратсияи As ва Pb дар обҳои зеризаминӣ аз меъёрҳои оби ошомиданӣ пасттар аст. Барий бошад дар обҳои зеризаминӣ дар бисёр нуқтаҳо аз меъёри оби ошомиданӣ дар Тоҷикистон зиёд аст. Консентратсияи уран низ дар обҳои зеризаминии атрофи Душанбе баланд аст. Гарчанде ки ин як ҳодисаи табиӣ ба назар мерасад, барои беҳтар фаҳмидани вазъи кунунӣ ҷамъовариш маълумоти иловагӣ лозим аст.

*Калидвожаҳо: обҳои зеризаминӣ, бактеряхо, таҳлил, карбогидратҳо, оби нӯшокӣ, ҳарорат, филтратсия, чоҳ, назорат.*

Дар даҳсолаи охир дар бисёр кишварҳои ҷаҳон таваҷҷӯҳ ба масъалаҳои дуруст ва оқилона истифода бурдани захираҳои об зиёд шуда истодааст. Захираҳои обҳои зеризамин, ки ҷузъи захираҳои умумии об мебошанд, дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти бузурги амалӣ доранд, ва барои обтаъминкунӣ ва обёрӣ, мақсадҳои гармӣ ва энергия, инчунин барои истихроҷи ҷузъҳои фойданок масалан йод ва бром.

Чунин ба назар мерасад, ки таҳлили обҳои зеризаминии Тоҷикистон басо актуалӣ буда, мароқи илмию амали дорад. Қайд кардан мумкин аст, ки сарфи назар аз он, ки дар Ҷумҳурии обҳои зеризаминӣ ҳамчун манбаи об барои таъминоти хоҷагӣ истифода мешавад. Аксар вақт обҳои зеризаминӣ дар ҳолигии сангҳо, инчунин сангҳои регҳо ҷамъ мешаванд. Ҳарчанд умқи пайдоиши онҳо хело калон аст ва метавонад ба садҳо метр мерасад, чунин обҳо аз ифлосшавӣ ба таври кофӣ муҳофизат карда намешаванд.

Мушкилоти асосии мутахассисоне, ки мехоҳанд сифати обҳои зеризаминиро беҳтар кунанд ё обро аз чоҳ тоза кунанд, ин аз ҳад зиёди пайваستاгиҳои оҳан, фтор мавҷудияти намакҳои сахт, инчунин таркиби сульфатҳо, стронцийи устувор, хлоридҳо мебошад, бор, бром, нитратҳо ва дигар элементҳо.

**Таркиби химиявии обҳои зеризаминӣ** - дар зери таркиби химиявии обҳои табиӣ, фаҳмидани тамоми маҷмӯи мураккаби газҳо, коллоидҳои минералӣ ва органикӣ маълум аст. Обҳои дорои йод боиси бемории Грейвс (васеъшавии ғадуди сипаршакл) мешаванд. Ҳамин тавр, тамоми йод, ки барои истифода дар хоҷагии халқ гирифта мешавад, ва қисми зиёди Br - низ аз обҳои зеризаминӣ гирифта мешавад. Ҳозир аз обҳои зеризаминии саноатӣ бор, литий, германий, рубидий, цезий ва ғайра хеле перспективанок аст. Донишмандони таркиби химиявии обҳо, ки барои обёриҳои замин истифода мешавад, хеле муҳим аст, зеро минерализатсияи умумии онҳо, таркиби як қатор ҷузъҳои таркиби онҳо ба рушди зироатҳо, шур шудани замин таъсир мерасонад. Усули гидрохимиявии ҷустуҷӯи маъдан ва конҳои нефту газ, ки ҳоло дар амалияи ҷустуҷӯи геологӣ истифода мешавад, ба омӯхтани қоидаҳои паҳншавии компонентҳои минералию газу бактериявии онҳо дар обҳои зеризаминӣ, муайян кардани таркиби газу бактериявии онҳо асос ёфтааст. Омӯхтани таркиби химиявии об ва пешгуии тағйир ёфтани он хангоми азхудкунии конҳои маъданҳои фойданок, инчунин дар сохтмонҳои гуногун зарур аст, то ки чораҳои зиддӣ зангзании бетон ва металл бо воситаи об сари вақт пешбини карда шаванд. Дар барорбари ҷамъ шудани дониш дар бораи таркиб ва хосиятҳои обҳои зеризаминӣ доираи истифодаи назариявӣю амалии онҳо низ васеъ мегардад.

**Таркиби ионӣ ва намак** - дар обҳои табиӣ зиёда аз 80 элементҳои химиявӣ, аз ҷумла макроэлементҳо (макрокомпонентҳо), ки навъи химиявии обро муайян мекунанд, микроэлементҳо ( микрокомпонентҳо), инчунин газҳо, пайваستاгиҳои органикӣ ва микрофлора пайдо шудаанд. Онҳо дар об

дар шакли ионҳо ( катионҳо ва анионҳо), молекулаҳои оддӣ ва мураккаб коллоидҳо мавҷуданд. Маҷмӯи ҳаммаи моддаҳои минералӣ ҳангоми таҳлили кимиёвии об (ба ҳисоби мг/л ва г/кг) минерализатсияи об номида мешавад.

**Макронутриентҳо** – муҳимтарин ионҳо (мувофиқи ГОСТ “асосӣ”), ки минерализатсияи обро муайян мекунад:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ . Одатан дар обҳои тоза ионҳои  $Ca^{2+}$  ва  $HCO_3^-$ , дар обҳои шӯр ионҳои  $Na^+$  ва  $Cl^-$ , бартари доранд. Аз ин рӯ, обҳои ширин асосан таркиби бикарбонат калсий ва обҳои шӯр таркиби хлори – натрий доранд. Маҷмӯи гуногуни ин ионҳо намудҳои хеле зиёди кимиёвии обҳои зеризаминиро медиҳад

Паҳншудатаринашон  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  мебошанд, ки аксаран онҳоро асосиашон меноманд. Комбинацияҳои гуногуни онҳо навъҳои асосии обҳои табииро муайян мекунад.

Дар обҳои табиӣ инчунин ионҳои  $OH^-$ ,  $F^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $F^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$  ва баъзе микроэлементҳо – йод, бром, бор, мис, сурб, барий, хром ва ғайра.

Микроэлементҳо он унсурҳои кимиёвӣ мебошад, ки дар об ба миқдори  $< 10$  мг/л мавҷуданд. Баъзеи онҳо (бор, мис, молибден) ҳосили зироатҳоро (нуриҳои микро) зиёд мекунад. Дар обҳои ишқори  $SiO_2$  низ метавонад дар шакли ионҳо ва дар кислотаҳо (дар шимол маълум) –  $F^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  ва дигар металлҳо мавҷуд бошад. Бояд тазаққур дод, ки дар об кам будани миқдори элементҳои монанди Si, Al ва Fe, ки дар чинсҳои чинсӣ васеъ паҳн шудаанд, бо паст ҳаракат ва ҳалшавандагии онҳо тавзеҳ дода мешавад; баръакс,  $Cl^-$  ва  $Na^+$  хеле ҳаракаткунанда ва хеле ҳалшаванда мебошад.

Аз ҳама бештар омӯхташуда йод, бром, фтор, кремний, оҳан, алюминий, мис, руҳ ва сурб мебошанд. Аксари элементҳои микроэлементҳо ҳарчанд навъи химиявии обро муайян накунад ҳам, барои шароити муайяни геологӣ ва гидрогеологӣ хосанд. Масалан, обҳои конҳои нафту газ дорои йод, бром, бор, стронций мебошад, ки миқдори онҳо метавонад ба садҳо ва бештар аз мг/л мерасад. Ба обҳои конҳои маъдан Cu, Mo, Ni, Fe, Pb, симоб, калъагӣ, сурб, Ag ва ғайра хос аст: миқдори онҳо одатан воҳид ва садҳо мг/л мерасад.

Ионҳои асоси инҳоянд -  $Cl^-$  он дар об дар шакли пайвастагиҳои NaCl мавҷуд аст. Қисми асосии обҳои шур ва намақоб – хлор боиси шур шудани замин ва обҳои зеризаминӣ мегардад, ба растаниҳо зарарнок аст. Агар дар обҳои зеризаминӣ мавҷуд будани хлор дар натиҷаи обшавии намаки сангии пайдоиши баҳрӣ бошад (ҳангоми таркишҳои вулконҳо хориҷ мешавад), аз нигоҳи санитарӣ низ хатарнок. Агар дар минтақаҳои сераҳоли дар обҳои зеризаминӣ наонқадар зиёд миқдори Cl пайдо шавад, пас ин ифлосшавии обро нишон медиҳад ва истифодаи чунин об барои мақсадҳои нӯшокӣ иҷозат дода намешавад.

**Сулфат иони  $SO_4^{2-}$**  - дар пайвастагиҳои Ca ва Mg боиси сахтии об мегардад, ҳок обҳои зеризаминиро шур мекунад ва барои растаниҳо захрнок аст. Пайдоиши  $SO_4^{2-}$  ион дар обҳо гуногун аст: шусташавии гач ё ангидрид дар қабатҳои таҳшинии пайдоиши баҳрӣ, оксидшавии минералҳои сулфид

(асосан пирит) дар таҳшинҳои регдор – гил, таҷзияи дуоксиди сулфур ва  $H_2S$  ҳамчун ифлосшавии канализатсия.

Иони гидрокарбонати  $HCO_3^-$  дар обҳо хело паҳн шудааст. Намуди зоҳирии он дар натиҷаи обшавии карбонатҳои  $Ca^{2+}$  ва  $Mg^{2+}$  ба вучуд омадааст. Иони гидрокарбонат ишқори обҳои зеризаминиро муайян мекунад. Пайвастиҳои карбонатӣ дар обҳои зеризаминӣ дар ҳарорати муқарарӣ ва фишорҳо хеле кам ҳал мешавад. Пайвастиҳои карбон ба нашъунамои растаниҳо ва ҳосилхезии хок таъсири гуногун дорад: масалан, калий,  $K_2CO_3$  барои растаниҳо фойданок содаи  $Ca_2CO_3 \cdot 10H_2O$  зараровар,  $CaCO_3$ , бетараф аст. Миқдори ионҳои карбонат дар обҳо, ки барои нӯшокӣ ва обёрӣ истифода мешавад маҳдуд нест.

**Иони натрий  $Na^+$**  - дар обҳои зеризаминӣ васеъ паҳн шудааст ва асосан ба ионҳои хлор (дар обҳои шӯр) ҳамроҳӣ мекунад, камтар бо ионҳои сулфат ва бикарбонат алоқаманд аст. Аммо дар обҳои ширин (то 1г/л) аксар вақт дар шакли сода мавҷуд аст. Ҳама пайвастиҳои  $Na$  ба растаниҳо зарароваранд.

**Иони калий  $K^+$**  - миқдори ин ион дар обҳои зеризаминӣ назар ба натрий хеле кам аст, гарчанде ки фоизи ин элементҳо дар қишри замин наздик аст. ( $Na$ -2,83;  $K$ -2,59) Ин асосан аз он иборат аст, ки  $K^+$  аз ҷониби растаниҳо хуб ҷабида мешавад, ки яке аз манбаҳои асосии ғизои онҳо мебошад, ва инчунин аз ҷониби минералҳои гил ба осони ҷабида мешавад.

**Иони калсий  $Ca^{2+}$**  - ва иони  $Mg^{2+}$  дар обҳо хеле паҳн шудаанд, онҳо хосияти муҳими обҳо - саҳтии онҳоро муайян мекунанд. Сарчашмаи  $Ca^{2+}$  дар обҳои зеризаминӣ оҳаксанг, гач, минералҳои алюмосиликатӣ мебошанд. Ионҳои  $Mg^{2+}$  ҳангоми об шудани доломитҳо, марнҳо, слюдаҳо ва амфиболҳо ба об ворид мешавад. Дар оби тоза одатан  $Ca^{2+}$  ва  $Mg^{2+}$  бартари доранд, ки ин бо бартарии  $Ca^{2+}$  нисбат ба  $Mg^{2+}$  дар ҷинсҳо ва энергияи баландтари нигоҳдорӣ ҳангоми адсорбсия шарҳ дода мешавад.

**Иони оҳан  $Fe^{3+}$**  - валентнокии оҳан гуногун аст:  $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$  - ин реаксия васеъ паҳн шудааст ва аҳамияти калон дорад. Дар обҳо оҳан дар шакли сиёҳ дар шакли ионӣ  $Fe^{2+}$ , дар шакли оксид мавҷуд аст.  $Fe^{3+}$  ион ва коллоидҳо. Шаклҳои оксиди оҳан ноустуворанд ва дар ҳузури оксиген ба осонӣ оксид мешавад. Раванди оксидшавӣ бо иштироки бактерияҳо сурат мегирад.

Дар обҳо, ки бетараф ( $pH=7$ ) доранд, оҳан ғайри фаъол аст ва дар обҳои турши ( $pH < 7$ ) ба осони ба маҳлул мегузарад ва аз санг хориҷ мешавад. Пайвастиҳои оҳан ба об таъми ногувор ва ранги сиёҳ медиҳад. Дар оби нӯшоки маҳдудияти иҷозатдодашудаи таркиби оҳан то 0,3 мг/л аст.

**Таркиби газ** - қариб ҳаммаи обҳои зеризаминӣ миқдори муайяни газҳои маҳлул доранд. Тибқи қонуни Генри шумораи онҳо аз рӯи масса ба фишори газ (ё фишори қисман дар омехтаи газҳо) мутаносиб аст. Газҳои асосӣ  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  мебошад. Дар аксари мавридҳо дар масса як ё ду, кам се газ бартарӣ дорад.

Оксиген дорой аҳамияти бузурги геохимиявӣ мебошад, ки миқдори он бо амиқ кам мешавад. Оксиген барои оксидшавии ҷузъҳои минералӣ ва газии

об, инчунин барои ба вучуд омадани ионҳои мурракаби оксигендор  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ва ғайра сарф мешавад.

Гази карбон аз ҷиҳати химиявӣ хеле ғаёб буда, бо об ва компонентҳои он ба реаксияҳои сершумор дохил мешавад, дар мувозинати  $\text{CO}_2^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  иштирок мекунад: хоси обҳои маъдани карбондор, ки миқдори он ба чанд г/л мерасад. Нитроген дар ҳама обҳо мавҷуд аст ва то 95-99% аз газҳои пурраи обҳоро ташкил медиҳад.

Сульфиди гидроген барои обҳои чуқур хос аст, баъзан миқдори он ба чансад мг/л мерасад, он агенти муҳими реаксияҳои химиявӣ буда, дар мувозинати  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SH}$  иштирок мекунад.

Газҳои карбогидрид (метан, этан, пропан, бутан ва ғайра) обҳои конҳои нафту газро ҳамеша сер мекунад. Метан аксар вақт аз газҳои дигар бартарӣ дошта, обҳои метанро бо газҳо то 10000 мл/л ба вучуд меорад. Гидроген камтар омӯхта шудааст; баъзан 25-30% - и миқдори умумии газҳои маҳлулшударо ташкил медиҳад.

Дар обҳои зеризаминӣ ғайр аз газҳои асосии дар боло зикршуда газҳои инертӣ (неон, аргон) гелий, эманатсияи радий ва торий, инчунин  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  мавҷуданд. Обҳои ба истилоҳ фумароли минтақаҳои вулканизми муосир, ки дорои газҳои мураккаби таркиб ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  ва ғайра) мебошанд, таваччуҳи зиёд доранд. Обҳо, ки миқдори зиёди гази карбон доранд, асосан туршӣ мебошанд; обҳои дорои оксиген ҳамчун агенти оксидкунанда ва обҳои дорои сульфиди гидроген ҳамчун редуксия амал мекунад.

Оксиген  $\text{O}_2$  дар обҳои зеризаминӣ ба миқдори хеле зиёд (то 14 мг/л) мавҷуд аст. Бо оксиген бой шудани обҳои зеризаминӣ ҳангоми фотосинтез ба амал меояд. Равандҳои, ки миқдори оксигени маҳлулшударо кам мекунад, реаксияҳоеро дар бар мегиранд, ки бо истеъмоли он барои оксидшавии моддаҳои гуногун, аз ҷумла моддаҳои органикӣ, оби ифлоскунанда, инчунин ферментатсия, пӯсида ва ғайра.

Дуоксиди карбон  $\text{CO}_2$ , ки дар об дар шакли дуоксиди карбон ғудохта мавҷуд аст, озод номида мешавад. Об ба чинсҳо ҷорӣ шуда, аз дуоксиди карбон бой мешавад, ки он дар натиҷаи бо иштироки микроорганизмҳо пошидани пайвастагиҳои органикӣ ба вучуд меояд.

**Таркиби коллоидӣ** - дар ҳолати коллоидӣ об гидрооксидҳои оҳан  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ва гидрооксидҳои алюминий  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , кислотаи кремний  $\text{SiO}_2$  ва пайвастагиҳои органикӣ доранд. Ин моддаҳо маҳлулҳои ноустувори колоидиро ба вучуд меоранд, ки дар шакли гелҳо як маҳлули колоидиро ҷудо мекунад.

**Пайвастагиҳои органикӣ** – дар обҳои зеризаминӣ хело паҳн шудаанд. Инҳо намояндагонӣ ҳама гурӯҳҳои кимиёвӣ (карбогидратҳо, сафедаҳо, рағанҳо) ва пайвастагиҳои органикӣ ба монанди карбогидратҳо, спиртҳо, моддаҳои гумус, кислотаҳои карбон мебошанд.

Миқдори умумии  $\text{C}_{\text{орг}}$  аз 24 то 40 мг/л аст. Дар баробари ин, обҳои зеризаминӣ дар минтақаҳои хушк 20-25 мг/л  $\text{C}_{\text{орг}}$ , дар минтақаҳои намнок 35

мг/л ва обҳои амики маҳдуд то 40 мг/л доранд. Ин моддаҳо пайвастагиҳои химиявии ноустувори таркибашон мураккаб (моддаҳои гумин, кислотаи гумус) мебошанд. Моддаҳои гуминӣ аз нуқтаи назари гигиенӣ захролуд ва безарар буда, ба об хосиятҳои хоси он – ранги зард, бӯй ва таъми ширин медиҳад.

**Микрофлора** - бактерияҳо дар обҳои зеризаминӣ, ки дар чуқурии чандин километр воқеъ гардидаанд, пайдо мешаванд. Дар минтақаи мубодилаи фаъоли об бактерияҳо ва сапрофитҳои пӯсида ва патогенӣ бештар маълуманд, ки моддаҳои сафедасоно тачзия мекунанд ва обро ифлос мекунанд. Дар обҳои чуқур чунин гурӯҳҳои бактерияҳо ба монанди сульфатҳосилкунанда, метанҳосилкунанда, денитрификатсия ва ғайра инкишоф меёбанд. Дар натиҷаи фаъолияти ҳаётии бактерияҳо газҳои зиёд ба вуҷуд меоянд:  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$  ва ғайраҳо бисёр бактерияҳо ба оксидшавии моддаҳои минералӣ ва органики, газҳо мусоидат мекунанд. Инҳо бактерияҳои тиони ва сулфур, бактерияҳои мебошад, ки гидроген, метан, гептан ва ғайраро оксид мекунанд. Аксарияти бактерияҳо ба термофилҳо тааллуқ доранд, ки дар ҳарорати аз  $37^{\circ}C$  боло фаъолон инкишоф меёбанд.

Ҳадди ҳарорате, ки дар он фаъолияти ҳаётии организмҳо, гарчанде дар шакли заиф бошад ҳам, идома дорад,  $75-80^{\circ}C$  мебошад. Як қатор бактерияҳои ҳастанд, ки метавонанд бо шур будани об то 300 г/л инкишоф ёбанд. Шумораи бактерияҳо дар 1мл об аз 10 то 500х ҳуҷайраро ташкил медиҳад. Дар шароити махсусан мусоид шумораи онҳо ба 1мл об ба 2 миллион ҳуҷайра мерасад.

Натиҷаҳои тадқиқоти ҳозираи обҳои зеризаминӣ дар моҳи майи соли 2023 дар ноҳияҳои тобеи ш. Душанбе.

**Усулҳои тадқиқот:** 1) Мушоҳидаҳо дар саҳро; 2) Тасдиқи пайдоиши обҳои зеризаминӣ (ҷамъовариҳои мустақим аз ҷоҳ ё обанбор) ранг ва бӯйи обҳои зеризаминӣ; 3) Ҳарорат; 4) pH; 5) Потенсиали (ORP-> Eh) гузаронанда ва 6) Концентрацияи  $HCO_3$ .

**Ҷадвали 1.** Натиҷаҳои тадқиқоти ҳозираи обҳои зеризаминӣ дар моҳи майи соли 2023 дар ноҳияҳои тобеи ш. Душанбе

Минтақа	Ҳарорат $t^{\circ}C$	pH	ORP mv	Ec ms/m
ш.Ҳисор деҳаи Сафобахш	17	7,42	217	49,9
Маҳаллаи Сарихишти н.Фирдавсӣ	16,2	7,37	50	86.3
Деҳаи Куктоши н. Рӯдакӣ	16	7.70	201	39.6
Деҳаи Шуроб	25	8.07	208	36.8
Деҳаи Ҷ. Румӣ	16.5	7.51	244	43.9
Маҳаллаи Гулбута	17	7.62	12	48.1

Фирдавсӣ к.Сарихиштӣ	16.5	7.38	215	90.8
Маҳаллаи Адолат	17	7.69	24	32.0

Ҳадафҳо 1. Мазмуни Са, НСО<sub>3</sub>- ва Fe ро дар обҳои зеризаминӣ барои системаи ҳалқаи кушод роҷеъ ба насби НГМЗ доништан мебоҷад 2. Тасдиқи мавҷудият ё набудани ҷузъҳои хатарноки ғайриорганикӣ дар обҳои зеризаминӣ Дар системаи ҳалқаи кушода, бастанӣ қубур мушкӣл аст. Са, НСО<sub>3</sub> - , Fe Мавҷудияти Са ва Fe қубурро мебандад. Муомилоти обҳои зеризаминӣ қатъ мегардад.

Аз рӯи харита, ки нуқтаҳои интиҳобиро нишон медиҳад бо рақамҳои муайян дар (ҷадвали 2) оварда шудааст.

**Ҷадвали 2.** Миқдори иони элементҳо дар обҳои зеризаминии ш.Душанбе

№	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	F mg/L	Cl mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L
2	47.0	6.1	32.8	65.8	0.3	20.6	49.9	57.5	469
3	11.3	2.1	9.1	55.4	0.3	8.8	8.2	31.4	213
4	8.2	7.6	21.4	52.2	0.5	7.7	0.6	45.1	290
5	44.7	9.3	15.7	114.6	0.5	12.5	28.3	68.4	427
25	121.8	2.6	45.1	41.9	0.7	24.2	30.3	147.3	424
25-2	72.1	2.8	42.9	39.8	0.7	13.1	33.9	71.9	488
35	42.7	2.8	46.2	55.8	0.5	14.1	30.1	78.6	490
44	22.5	2.8	44.4	95.3	0.2	12.8	29.3	47.7	555
45	22.7	3.0	50.8	66.2	0.5	10.8	22.1	42.7	549
47	12.6	2.1	21.0	82.7	0.3	7.8	7.7	27.0	518
49	66.3	2.1	49.1	41.8	0.6	12.7	35.2	111.8	396
83	10.3	3.2	15.8	79.7	0.5	6.8	0.6	38.9	378
92	24.2	2.7	24.4	90.5	0.5	11.2	33.0	97.8	403
99	7.9	2.4	28.5	90.2	0.2	11.3	27.6	41.3	439

Стандартҳои оби нӯшокӣ барои элементҳои ғайриорганикӣ

	Тоҷикистон	Ҷопон
Al (mg/L)	500	200
As (mg/L)	50	10
Ba (mg/L)	100	—
Cd (mg/L)	1	3
Cu (mg/L)	1000	1000
Fe (mg/L)	300	300
Mn (mg/L)	100	50
Pb (mg/L)	30	10
U (mg/L)	—	2

### Фехристи адабиёт

1. Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Основы геологии.//[Электронны ресурс]/Интернет- портал geo.web.ru. Доступ: <https://geo.web.ru/Общая> и региональная геология.
2. Максимович Г.А. Химическая география вод суши // books - google.com.tj / books -1995. - 217с
3. Состав подземных вод.// [Электронны ресурс]/Интернет портал studfile.net. Доступ: <https://studfile.net/preview/page:11>
4. Химически состав подземных вод./[Электронны ресурс]/Интернет портал ros-pipe.ru. Доступ: <https://ros-pipe.ru/gidrogeologiya-i-osnovy-geologii>
5. Физические свойства и химический состав подземных вод: <https://studfile.net/preview/page:7>
6. Особенности формирования химического состава./[Электронны ресурс] / Режим доступа: <https://escjournal.Spbu.ru/article/download>

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПОДВЕДОМСТВЕННЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА ДУШАНБЕ

*Аннотация:* представляется, что анализ подземных вод Таджикистана весьма актуален и представляет научный и практический интерес. Можно отметить это несмотря на то, что в республике в качестве источника воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются подземные воды. Также в результате исследований установлено, что концентрация *As* и *Pb* в подземных водах ниже нормативов питьевой воды. Содержание бария в подземных водах во многих местах превышает норму питьевой воды в Таджикистане. Высокая концентрация урана также наблюдается в подземных водах вокруг Душанбе. Хотя это кажется естественным явлением, необходим дальнейший сбор данных, чтобы лучше понять текущую ситуацию.

*Ключевые слова:* подземные воды, бактерии, анализ, углеводы, питьевая вода, температура, фильтрация, колодец, контроль

### CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE DEPARTMENTAL AREAS OF DUSHANBE CITY

*Annotation:* It seems that the analysis of underground waters of Tajikistan is very relevant and has scientific and practical interest. It can be noted that despite the fact that groundwater is used as a source of water for household supply in the Republic. Also, as a result of the research, it was determined that the concentration of *As* and *Rb* in underground water is lower than the standards of drinking water. Barium in underground water in many places exceeds the limit of drinking water in Tajikistan. The concentration of uranium is also high in underground waters around Dushanbe. Although this appears to be a natural occurrence, additional data collection is needed to better understand the current situation.

*Keywords:* groundwater, bacteria, analysis, carbohydrates, drinking water, temperature, filtration, well, control

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ БЕРЕГОВ РЕКИ ВАРЗОБ

**Кариева Ф.А., Халилов Д., Курбонов Д., Боев Р.Д.**

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН  
Таджикистана*

**Аннотация:** В данной статье говорится об экологической оценке древесных и кустарниковых насаждений для укрепления эродированных берегов реки Варзоб. В средней части ущелья, со скалистыми и каменистыми склонами, где распашка склонов была невозможна, остатками лесной растительности являются заросли кустарников с единичными деревьями. Участки леса сохранились в урочищах, труднодоступных человеку. В этой части ущелья эродированные процессы достигают катастрофических размеров. Именно здесь должно быть создано больше всего почвоукрепляющих насаждений. В верхней части ущелья леса тоже подверглись сильным порубкам, но отсутствие почвенного субстрата на крутых и часто скалистых склонах не позволяет развернуть больших работ по облысению склонов. Таким образом, основные территории, подлежащие укреплению через облысение, располагаются в нижней и средней частях ущелья, где климатические условия наиболее благоприятны для произрастания древесных пород и кустарников. Что касается верхней части ущелья, то здесь холодостойкие и влаголюбивые деревья и кустарники можно высаживать только по берегам рек.

**Ключевые слова:** экологическая оценка, эродированные берега, река Варзоб, почвоукрепляющие насаждения, древесные породы, кустарники, ущелье, растительность, природные условия.

Влияние человеческой деятельности в ущелье Варзоба отразилось прежде всего на лесной растительности; в нижней части ущелья она вырублена целиком, участки из-под леса давно используются как пашни. В средней части ущелья, со скалистыми и каменистыми склонами, где распашка склонов была невозможна, остатками лесной растительности являются заросли кустарников с единичными деревьями. Участки леса сохранились в урочищах, труднодоступных человеку. В этой части ущелья эродированные процессы достигают катастрофических размеров. Именно здесь должно быть создано больше всего почвоукрепляющих насаждений. В верхней части ущелья леса тоже подверглись сильным порубкам, но отсутствие почвенного субстрата на крутых и часто скалистых склонах не позволяет развернуть больших работ по облысению склонов. Таким образом, основные территории, подлежащие укреплению через облысение, располагаются в нижней и средней частях ущелья, где климатические условия наиболее благоприятны для произрастания древесных пород и кустарников. Что касается верхней части ущелья, то здесь холодостойкие и влаголюбивые деревья и кустарники можно высаживать только по берегам рек.

В связи с тем, что при выращивании деревьев и кустарников в противоэрозионных насаждениях основным фактором, ограничивающим рост и развитие растений, является влага, необходимо с одной стороны, применение специальных агротехнических приемов, а с другой – подбор соответствующего ассортимента пород. Разнообразие условий произрастания очень осложняет работу, не позволяет ограничиться малым ассортиментом пород и каким-либо одним агротехническим приемом.

Способом, наиболее эффективным для предотвращения эрозионных процессов и обеспечивающим максимальное накопление и сохранение влаги, является террасирование склонов. В Варзобском ущелье террасирование должно быть основным способом подготовки склонов под посадки. Имеются

механизмы и разработанные инструкции по террасированию. Террасировать склоны надо на всех участках, даже в том случае, если из-за большой крутизны склонов и трудности доставки механизмов это придется делать вручную. Как показали наши многолетние исследования, на террасированных склонах накапливается большее количество влаги и деревья растут изначально быстрее.

Разводить деревья и кустарники в целях укрепления почвы на склонах можно посадкой сеянцев или саженцев, а также посевом семян сразу на постоянное место. В том и другом случае разводимые породы должны быть засухоустойчивыми. Такие породы в первый год развивают обычно стержневые, мало разветвленные, но глубоко уходящие в почву корни, что очень осложняет выкопку посадочного материала из питомника, обуславливает низкую приживаемость саженцев. В связи с этим, на неорошаемых склонах гор посеву семян сразу на постоянное место должно отводиться особое внимание.

Не менее важным условием, обеспечивающим успех при облесении склонов, является правильное их размещение на площади. Как показал опыт, на неорошаемых склонах при малом количестве влаги можно в одном насаждении смешивать породы, только близкие по своим биологическим особенностям. Смешение мезофильных и ксерофильных пород приводит к полному исчезновению одних, замене мезофильных ксерофильными, приспособленными к жестким условиям увлажнения. Не следует смешивать в одном насаждении деревья и кустарники, используя последствие как «подгон» для якобы лучшего роста деревьев. Кустарники не способствуют быстрому росту деревьев, а наоборот, сильно угнетают их. Кустарники следует выращивать отдельно для укрепления наиболее эродированных участков и только зарослями из одного вида.

Одним из существенных, обеспечивающих успех облесения эродированных склонов является вопрос о размещении деревьев на единицу площади. Как показал опыт, нельзя создавать густые насаждения при малом количестве влаги и при плохо выраженных почвах. Количество саженцев на 1 га террасированного склона не должно превышать 700-800. Количество кустарников может быть увеличено вдвое. При укреплении берегов или участков на нижних террасах рек, где влага всегда имеется в достаточном количестве, насаждения могут создаваться очень густые, с размещением на 1 га до 2500 саженцев или сеянцев.

Природные условия ущелья р. Варзоб настолько благоприятны, что здесь произрастает дико и в культуре около 180 видов деревьев и кустарников. Из этого большого разнообразия видов многие не представляют ценности для укрепления склонов, не могут быть использованы и как декоративные растения, но должны быть сохранены здесь как заповедные, представляющие флору Памиро-Алая. Что касается ассортимента рекомендуемых пород, то он ограничен списком древесных пород и

кустарников, либо прошедших первичное испытание в ущелье р. Варзоб, либо растущих дико в горах Варзоба.

**Парковые насаждения.** В долине р. Варзоб парки должны быть основным типом зеленых насаждений, приспособленным для отдыха трудящихся. Узкая долина, отсутствие выраженных террас реки, отвесные скалы, спускающиеся часто к самой реке, исключают возможность создания больших парковых массивов. Наиболее удобны небольшие по площади парниковые насаждения, которые можно создавать как в пойме Варзоба, так и в его боковых ущельях – Хоронгон, Оджук, Зимчуруд, Гурке, Гушары, Ходжа-Оби-Гарм, особенно на орошаемых конусах выноса.

Ассортимент древесных и кустарниковых растений может быть разнообразным. Из большого количества рекомендуемых насаждений, можно выращивать такие ценнейшие породы, как, например кедр речной – *Libokedrus decurrens*, кипарис арizonский – *Cupressus arizonica*, тую восточную – *Biota orientalis*, конский каштан – *Aesculus hippocastanus*, павловнию – *Paulownia tomentosa*, шелковую акацию – *Albizzia julibrissin*, иву вавилонскую – *Salix babylonica* и др.

Ассортимент декоративных пород может быть значительно увеличен за счет деревьев и кустарников, прошедших первичное испытание в Центральном Ботаническом саду г. Душанбе. К числу деревьев и кустарников, наиболее перспективных для разведения в парковых насаждениях, могут быть отнесены из хвойных такие, как ель европейская – *Picea excelsa*, она успешно росла в ущелье Кондара, но была уничтожена селевым потоком, метасеквойя – *Metasequoia glyptostroboides*, мамонтово дерево – *Sequoiadendron giganteum*, веймутова сосна – *Pinus strobus*, гигантская туя – *Thuja plicata*. Из листопадных пород весьма перспективны, судя по опыту того же Ботанического сада, такие как бундук – *Gymnocladus canadensis*, дуб черешчатый – *Quercus rubur*, платан западный – *Platanus occidentalis*, тюльпанное дерево, или лириодендрон – *Liriodendron tulipiferum*. Особенно большим может быть разнообразие кустарников; кроме прошедших уже первичное испытание и перечисленных выше следует использовать рекомендованные Центральным ботаническим садом г. Душанбе буддлею снежную – *Buddleia nivea*, различные виды дейции, жимолости, лягерстремию, или индийскую сирень – *Lagerstronia indica*. Для вертикального озеленения архитектурных сооружений могут быть использованы из числа местных растений такие вьющиеся, как дикий виноград, бальджуанская гречиха – *Poligonum baldshuanicum* - одно из самых популярных растений в городах Европы, используемое для украшения изгородей, электрических столбов и колонн.

Опыт Варзобской горной ботанической станции (Кондара) показал, что заросли дикорастущих видов *Rosa* могут быть сравнительно легко превращены в культурные розарии путем прививки различных сортов розы к диким видам шиповника прямо на месте их естественного произрастания, в том числе и на неорошаемых склонах гор.

Особо следует подчеркнуть значение для создаваемого паркового ландшафта цветочных растений. Учитывая, что в ущелье Варзоба много камней и мало земли, цветники, видимо, следует создавать небольшими участками.

Нам представляется, что в узком и большом по протяжению ущелью р. Варзоб нужно создать несколько парков, которые хотя и будут отличаться друг от друга, но должны составлять нечто целое, единый ансамбль, все части которого должны вписаться в природный ландшафт, быть гармонически увязаны с рельефом Варзоба, с разрезающими его горными реками, водопадами и перепадами и прежде всего с природной растительностью. В наших специфических условиях основой композиции останутся крутые скалистые склоны с гребнем Гиссарского хребта и горная река Варзоб.

### Список литературы:

1. Камелин Р.В. – Флора и растительность ущелья реки Варзоб, 1971, с.239-251.
2. Королева А.С. – Тр. Бот. инст., 1962, т. 18, Душанбе, Изд. АН Тадж. ССР, с. 5 –140.
3. Исмаилов М.И. – Вестник Душанбинского пед. университета (серия естеств. наук), 1998, 3, Душанбе, с.2.
4. Деревья и кустарники СССР. Изд. АН СССР, т. II, 1951, с.61, т. III, 1954, с.872; т. IV, 1958, с.974; т.V, 1960, с.544; т. VI, 1960, с.378.
5. Rehder A. Manual of cultivated Trees and shrubs hardy in North America. The Macmillan company of Canada. Second editic. New York. 1949, P 2-996.
6. Sargent Ch. S. Manual of the Trees of North America. Hought. Mifflin Company. Boston and New York, 1933, P 2-910.
7. Агафонов Н.В. Научные основы размещения и формирования плодовых деревьев. - М, 1983. с.173.
8. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М.: ИЛ. 1959, с.459.
9. Бисти Е.Г. Замена плодовых насаждений и садооборот // Плодоовощное хозяйство, 1986. №4, с.24.
10. Бурдун А.М., Лопатина Л.М. Методика интегральной оценки экологической адаптивности селекционного материала на ранних этапах его развития. Часть I. Краснодар, 1988. с.32.

### АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ РАСТАНИҶОИ МЕВАДИҶАНДАИ ДАРАИ ВАРЗОБ

*Аннотатсия:* Дар ин мақола дар бораи арзёбии экологии ниҳолҳои дарахтон ва буттаҳо барои мустаҳкам кардани соҳилҳои эрозияи дареи Варзоб сухан меравад. Дар қисмати миенаи дашт, бо доманакӯҳҳои сангбор, ки дар он ҷо паҳн кардани доманакӯҳҳо гайриимкон буд, боқимондаҳои растаниҳои ҷангал алафҳои буттаҳо бо дарахтони ягона мебошанд. Қитъаҳои ҷангал дар даштҳои барои инсон дастрас боқӣ мондаанд. Дар ин қисмати дара, равандҳои эрозия ба андозаи фалокатовар мерасанд. Дар ин ҷо бояд беитар ниҳолҳои мустаҳкамкунандаи хок сохта шаванд. Дар қисмати болоии дашт ҷангалҳо низ ба буридани шадид дучор шуданд, аммо набудани субстрати хок дар доманакӯҳҳои теппа ва аксар вақт сангбор имкон намедиҳад, ки корҳои зиедоро барои буридани доманакӯҳҳо оғоз кунанд. Ҳамин тариқ, қаламравҳои асосии мустаҳкамшаванда

дар қисматҳои поенӣ ва миенаи дашт ҷойгиранд, ки дар он шароити иқлимӣ барои афзоиши навъҳои дарахтон ва буттаҳо мусоидтар аст. Дар қисмати болоии дашт ҷангалҳо низ ба буридани шадид дучор шуданд, аммо набудани субстрати хок дар доманақӯҳҳои теппа ва аксар вақт сангбор имкон намедихад, ки қорҳои зиедаро барои буридани доманақӯҳҳо оғоз кунанд. Ҳамин тариқ, қаламравҳои асосии мустаҳкамшаванда тавассути дар қисматҳои поенӣ ва миенаи дашт ҷойгиранд, ки дар он шароити иқлимӣ барои афзоиши навъҳои дарахтон ва буттаҳо мусоидтар аст. Дар робита ба болои дара, дарахтон ва буттаҳои ба хунукӣ тобовар ва намнокро танҳо дар соҳилҳои дарёҳо шинондан мумкин аст.

**Калидвожаҳо:** арзебии экологӣ, соҳилҳои эрозияшуда, дарёи Варзоб, ниҳолҳои мустаҳкамкунандаи хок, ҷинсҳои дарахтон, буттаҳо, дашт, растаниҳо, шароити табиӣ.

## ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WILD FRUIT PLANTS OF THE VARZOB GORGE

**Annotation:** The paper considers of the ecological assessment of tree and shrub plantations to strengthen of the Varzob river's eroded banks. The remnants of forest vegetation in the middle part of the gorge, with rocky and stony slopes where plowing was impossible, are thickets of shrubs with occasional trees. The sections of forest have been preserved in the remote areas that are difficult for humans to reach. In this part of the gorge, erosion processes reach catastrophic proportions. In this area, there should be more soil-stabilizing plantations created. In the upper part of the forest gorge, there were also heavy logging activities, but the lack of soil substrate on steep and often rocky slopes does not allow for large-scale work to be carried out to prevent soil erosion. Thus, the main areas to be strengthened are located in the lower and middle parts of the gorge, where climatic conditions are most favorable for the growth of trees and shrubs. As for the upper part of the gorge, here cold-resistant and moisture-loving trees and shrubs can be planted only along the banks of the rivers.

**Keywords:** ecological assessment, eroded banks, Varzob river, soil-strengthening plantings, tree species, shrubs, gorge, vegetation, natural conditions.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ

Салимова М.Т.,

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Национальной академии наук Таджикистана

**Аннотация:** В данной статье представлены сведения о загрязнении атмосферы города Душанбе и рекомендации по предотвращению и/или снижению загрязнений атмосферы города.

В последние годы жители города жалуются на мглу и смог, которыми часто окутана столица. Специалисты связывают ухудшение состояния воздуха с антропогенной деятельностью. Появление новых промышленных предприятий в черте города, работающих в том числе на самом грязном топливе – угле, масштабное строительство многоэтажных зданий, сокращение общей площади зеленых зон и насаждений — все это вносит негативный вклад в ухудшение качества воздуха в Душанбе.

**Ключевые слова:** город Душанбе, CO<sub>2</sub>, загрязнение воздуха, твердые частицы.

В настоящее время столица Таджикистана – город Душанбе по качеству воздуха находится в двадцатке наихудших городов Азиатско-Тихоокеанского

региона. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) загрязнение атмосферного воздуха в городах и сельских районах в 2016г. в мире привело к 4,2 миллионам случаев преждевременной смерти. Бремя загрязнения атмосферного воздуха является непропорционально высоким для населения стран с низким и средним уровнем доходов. Из 4,2 млн. случаев преждевременной смерти 91% приходится именно на эти страны. Данные Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) показывают, что загрязнение воздуха обошлось мировой экономике в 0,3% ВВП в 2015 г., а расходы на социальную поддержку из-за него – еще в 6% глобального ВВП.

Основными промышленными стационарными источниками эмиссии химических загрязнителей в атмосферу г. Душанбе на начало 2019 года являются ТЭЦ-2, Душанбинский цементный завод, другие промышленные предприятия города, котельные, а также малые цеха, перерабатывающие и сжигающие различные виды отходов.

Много столичных предприятий в качестве сырья для выработки энергии используют уголь. Например, в городе функционируют 24 предприятия, вырабатывающие тепло путем сжигания угольного топлива. Наиболее крупная из них Душанбинская ТЭЦ 2, находящаяся в управлении государственной энергокомпании ОАХК «Барки Точик», которая выработала в 2018г. 671,2 Гкал тепла или 82% от общей выработки тепловой энергии по республике.

Также уголь используют 434 предприятия обрабатывающей промышленности. Относительно других регионов страны в Душанбе наблюдается ускоренное развитие мебельной промышленности, выделяющей в атмосферу города вредные вещества: растворители, формальдегид, оксид углерода, аммиак, др. Основным загрязнителем атмосферного воздуха г. Душанбе являются твердые частицы – (тч), которые составили 93% от всего объема вредных выбросов от стационарных источников столицы.

Концентрация тч является часто используемым показателем уровня загрязнения воздуха. тч состоят из сложной смеси твердых и жидких органических и неорганических веществ, присутствующих во взвешенном состоянии в воздухе. Качество воздуха обычно оценивается в дневных или годовых уровнях концентрации тч 10 в одном кубическом метре воздуха.

Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников за период 1991-2018годы, в среднем по Таджикистану снизилось почти на 200 тыс. тонн. Но по Душанбе за этот же период объем вредных выбросов увеличился, составив 86 % от общей суммы выбросов по республике в 2018г.

Количество грязных выбросов в атмосферу Душанбе в 2018 г. превысило объем выбросов по городу в сравнении с 1991г., когда Душанбе входил в десятку грязных городов СССР.

Объемы выделения загрязняющих веществ по г. Душанбе растут ускоренными темпами в сравнении с другими городами РТ. Только за один

год (2017-2018) объем выделения загрязнителей в атмосферу города увеличился в 2,6 раза, относительно 2016г. – в 55 раз, 2015г – 88 раз.

Количество вредных выбросов от стационарных источников г. Душанбе в 2018 году превышает объем выбросов в таких крупных промышленных зонах Таджикистана, как РРП и Согдийская область.

Рост объема вредных выбросов в атмосферу Душанбе наблюдается с 2015г., совпадающего по времени с набором мощности на Душанбинской ТЭЦ 2 вблизи одного из микрорайонов города. Вторая очередь ТЭЦ 2 мощностью 300 мВт была введена в эксплуатацию в сентябре 2014г., подрядчик станции – китайская компания ТВЕА. Суммарная мощность станции в 400 мВт электроэнергии была достигнута в декабре 2016 г. Для производства этих видов энергии ТЭЦ 2 использовала 831 тыс. тонн угля (каменные угли месторождений Фан-Ягноб и Зидды).

В ближайшие годы в стране планируется рост добычи угля шахтным методом, что соответственно приведет к удорожанию затрат на добычу угля. Вырастет стоимость импортных ГСМ для перевоза угля автомобильным транспортом, что приведет к росту себестоимости выработки энергии на ТЭЦ и снижению затрат на природоохранные цели.

Одним из ключевых показателей чистоты воздуха является повышение содержания углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в воздухе, которым сопровождается сжигание угля в процессе производства электроэнергии и тепла, выработки промышленной продукции. Среди наиболее опасных выбросов в атмосферу – это взвешенные частицы ТЧ, диоксид серы, оксиды азота, угарный газ, ртуть, мышьяк, неорганическая пыль, сажа. Некоторые из этих загрязнителей взаимодействуют в атмосфере, образуя озон и мелкие взвешенные частицы. Влияние оксида серы на здоровье человека может быть выражено как в прямом воздействии этого газа на организм, так и через взаимодействие  $\text{CO}_2$  с мельчайшими частицами пыли  $\text{PM}_{2,5}$ . Сжигание угля сопровождается выбросами бенз(а)пирена, который является веществом 1-го класса опасности, имеющим свойство накапливаться в почве и воде. Этот загрязнитель автоматическими системами мониторинга атмосферного воздуха в Душанбе не измеряется.

Кроме Душанбинской ТЭЦ 2 крупным загрязнителем воздуха столицы (углекислый газ, смог, др.) является Душанбинской цемзавод, построенный на главной улице г. Душанбе в 1941г. Цемзавод, использующий ранее в качестве топлива природный газ, в 2013г. был переведен на сжигание угля. В ближайшие годы на территории района Исмоили Сомони г. Душанбе будет введено в эксплуатацию новое предприятие ЗАО «Тоджикцемент» производственной мощностью 3300 тонн цемента в сутки, в год – 1,2 млн. тонн цемента (в 4 раза больше выработки цемента на Душанбинском цемзаводе в 2018г.). Сырьем для получения энергии останется угольное топливо с возможной заменой его на газовое.

Ситуацию с качеством воздуха в Душанбе ухудшает низкая способность атмосферы города к самоочищению в связи с тем, что столица с севера,

востока и юга окружена горными хребтами с единственным выходом на запад в Гиссарскую долину. Роза ветров имеет основное направление север-юг по долине реки Варзоб. Состояние неподвижности ветра по данным Агентства по гидрометеорологии РТ составляет около 38%. По этим причинам степень рассеивания ядовитых веществ в атмосфере Душанбе низкая, большинство из них оседает в пределах города. Даже при небольших выбросах вредные вещества могут накапливаться в атмосферном воздухе до высоких концентраций.

Кроме крупных загрязнителей воздуха (ТЭЦ, Цемзавод) в Душанбе насчитывается более 20 котельных, работающих на угле, 6 малых частных производств, утилизирующих пластик, 1 малое предприятие, утилизирующее автошины. Нельзя сказать однозначно, имеют ли они официальные лицензии, разрешения на ведение грязного бизнеса. Чаще всего эти предприятия, являющиеся источниками вредных выбросов, слабо подвергаются постоянному экологическому мониторингу со стороны уполномоченных структур.

Душанбе занимает первое место в республике (44,1%) по количеству перевоза пассажиров автомобильным транспортом (общего пользования, ведомственный, индивидуальный).

Суммарные выбросы вредных веществ от автомобильного транспорта в 2018г. в целом по Таджикистану составили 561 тыс. тонн, из них наибольший объем заняли выбросы CO<sub>2</sub> – 380,4 тыс. тонн и выбросы оксидов азота – 108,6 тыс. тонн. Главным источником этих выбросов (соответственно 90% и 97%) является легковой автотранспорт.

В середине марта 2019 г. власти города Душанбе намеревались рассмотреть решение о запрете использования легковых автомобилей (такси), произведенных до 2014 года как технически менее исправных. Однако это решение впоследствии было отменено. Катализаторы для очистки вредных выбросов установлены только на новых машинах.

Принятый в 2015 г. Закон «Об обеспечении экологической безопасности автомобильного транспорта» предусматривает широкий спектр мер по смягчению воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Однако механизм реализации этого закона между различными органами государственного управления не внедрен. Одной из причин загрязнения воздуха Душанбе от автотранспорта является факт слабого экологического контроля вредных выбросов службами ГАИ. Отходы содержат выбросы метана и закиси азота (парниковые газы) в следующих категориях: сбор, удаление и размещение твердых бытовых отходов на мусорных свалках/полигонах, очистка и сброс коммунальных и промышленных сточных вод.

В Душанбе отсутствует система переработки отходов. Метан, образующийся на свалках, не утилизируется и полностью выбрасывается в атмосферу. Отходы, помимо ухудшения экологической обстановки, способствуют эмиссиям метана и закиси азота вследствие:

- Анаэробного гниения органической фракции свалок твердых городских (бытовых) отходов;
- Очистки и сброса бытовых сточных вод на централизованные канализационно-очистные сооружения города;
- Очистки и сброса промышленных сточных вод

Из общего количества вредных веществ, поступивших на очистные сооружения Таджикистана в 2018г., подавляющую часть (90%) составляют выбросы, поступившие на очистные сооружения г. Душанбе. В основном это твердые частицы (98% от общих выбросов) и оксид углерода.

Мониторинг качества атмосферного воздуха осуществляется в Душанбе по показателям двух постоянных стационарных постов, работающих в автоматическом режиме и двух передвижных лабораторий. Автоматизированные станции качества воздуха работают круглосуточно, измеряя объемы наиболее важных загрязняющих веществ (окись углерода, оксиды азота, диоксид серы, формальдегид, взвешенные твердые частицы). Агентство по гидрометеорологии измеряет ежедневные метеорологические данные (свободный доступ на сайте), подготавливает экологические бюллетени (платные услуги).

Одна из мобильных лабораторий, находящаяся в ведении Агентства по гидрометеорологии, проводит маршрутный мониторинг и выезжает по запросам, вторая, находящаяся в распоряжении Комитета по охране окружающей среды при Правительстве РТ – выезжает в соответствии с разработанным планом выездов. Выезды требуют дополнительных финансовых ресурсов, что не всегда возможно осуществить.

Показатель качества воздуха в Душанбе можно наблюдать в свободном доступе по данным монитора воздуха, установленного Посольством США в 2018 году. Монитор предназначен для измерения содержания твердых частиц в атмосферном воздухе на территории Посольства США, расположенного в районе Зарафшон г. Душанбе.

Монитор качества воздуха измеряет количество частиц диаметром менее 2,5 микрон (PM 2,5). Этот показатель, считается наиболее опасным для здоровья, в связи с чем является стандартом качества воздуха, признанным Агентством по охране окружающей среды США (EPA). Публикация данных о качестве воздуха в режиме реального времени доступно на специализированном сайте по воздуху [airnow.gov](http://airnow.gov), который является партнером Агентства по охране окружающей среды США.

Индекс качества воздуха (ИКВ = AQI) Значения	Уровни концерна здравоохранения	
0 - 50	хорошо	Качество воздуха считается удовлетворительным, и загрязнение воздуха представляется незначительным в пределах нормы.
51 -100	удовлетворительное	Качество воздуха является приемлемым; однако некоторые загрязнители могут представлять опасность для людей, являющихся особо чувствительным к загрязнению воздуха.
101-150	Нездоровый для чувствительных групп	Может оказывать эффект на особо чувствительную группу лиц. На среднего представителя не оказывает видимого воздействия.
151-200	нездоровый	Каждый может начать испытывать последствия для своего здоровья; особо чувствительные люди могут испытывать более серьезные последствия.
201-300	Очень Нездоровый	Опасность для здоровья от чрезвычайных условий. Это отразится, вероятно, на всем населении.
300+	опасный	Опасность для здоровья: каждый человек может испытывать более серьезные последствия для здоровья

Агентство по охране окружающей среды США разработало формулу для преобразования значений РМ 2,5 в значение индекса качества воздуха (AQI), которое может помочь при принятии решений, связанных со здоровьем. Например, значение AQI, равное 50, представляет хорошее качество воздуха, 50-100 – приемлемое качество воздуха, которое может быть умеренной проблемой со здоровьем для людей, наиболее чувствительных к загрязнению воздуха (люди с заболеваниями сердца, легких, дети, пожилые люди), 101-150 – неблагоприятное для чувствительных групп, 200-300 – вредное для здоровья.

Значение AQI, превышающее 300, представляет собой опасное качество воздуха. Все эти значения качества воздуха для облегчения восприятия обозначаются разными цветами.

Данные монитора воздуха Посольства США показали, что в Душанбе в течение 17 мая- 16 июня 2019 г., когда отсутствовал отопительный сезон, качество воздуха большей частью было умеренным (50-100 AQI). В этот период наблюдалась умеренная проблема со здоровьем для небольшого числа людей, чувствительных к загрязнению воздуха. В то же время в этот благоприятный для качества воздуха период значение AQI в течение нескольких дней показывало более 150 единиц (нездоровое для чувствительных групп). В течение двух дней 23-24 мая 2019 г. в основном в ночное время наблюдалось резкое ухудшение качества воздуха до 300 AQI – опасного для здоровья. Данные монитора показывают, что качество воздуха в Душанбе резко ухудшается в осенне-зимний период года (ноябрь-февраль месяцы). Так, например, 29 мая 2019г. в 4 утра – 131 AQI, 14 февраля 2019г. в 10 вечера – 262 AQI.

Согласно Экологическим бюллетеням, выпускаемым Агентством по гидрометеорологии РТ, среднесуточные концентрации РМ 2,5 в атмосфере г. Душанбе за март-апрель-май месяцы 2020г. не превышали число случаев выше ПДК, составив в этот период 0,003-0,28 ПДК. В то время как согласно данным монитора Посольства США в Душанбе воздух в Душанбе в режиме реального времени на 05.05.2020 по показателю AQI был равен 137 (нездоровый для чувствительных групп). По значению этого показателя Таджикистан на 05.05.2020 занимал первое место среди стран СНГ и ЦА.

Одним из факторов риска для здоровья, связанного с окружающей средой, является загрязнение воздуха. Серьезный риск для здоровья представляет не только воздействие ТЧ, но и воздействие озона, двуокиси азота и двуокиси серы. Озон образуется в результате реакции с солнечным светом таких загрязнителей, как окись азота, выбрасываемый в воздух машинами и промышленными предприятиями, и летучие органические соединения, выделяемые транспортными средствами и промышленностью. Самые высокие уровни загрязнения воздуха озоном отмечаются в солнечную погоду.

- Влияние вредных выбросов в атмосферный воздух на заболевания (данные ВОЗ):

- Астма, заболевания легких – диоксид серы, взвешенные частицы, озон,
- Болезнь сердца – окись углерода, загрязненные частицы,
- Пожилые люди и дети – озон, загрязненные частицы.

По количеству больных на 100 тысяч населения, состоящих в 2018г. на учете в лечебных учреждениях Таджикистана, город Душанбе превышает этот показатель в 2,4 раза. Наиболее частые болезни населения в Таджикистане – болезни органов кровообращения и новообразований (около 60% от всех видов болезней).

Использование угля сказывается не только на качестве воздуха, но и на качестве жизни. Известна связь снижения индекса человеческого развития (ИЧР – интегральный показатель, включающий ожидаемую продолжительность жизни, грамотность, образование, доходы населения) в регионах и городах с наибольшим использованием угля. По индексу человеческого развития Таджикистан занимает последнее место среди стран СНГ (0,656 в 2019г), заняв 125 место из 189 в мире.

По такому показателю как состояние воздуха, столица Таджикистана – Душанбе вошла в двадцатку наихудших городов в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

На наш взгляд, улучшить качество атмосферного воздуха столицы Таджикистана можно достичь путем осуществления комплекса мероприятий:

- Внедрение углеродного и топливного налога с предприятий Душанбе, стационарных и мобильных источников загрязнения воздушной среды города, как мера борьбы с выбросами CO<sub>2</sub>. Совершенствование технического осмотра транспортных средств.

- Перевод Душанбинской ТЭЦ 2 и Цемзавода на газообразное топливо. Использование газа сократит выбросы загрязняющих веществ в сравнении с углем.

- Постепенный переход предприятий на использование электроэнергии, производимой гидроэлектростанциями Таджикистана. Переход на энергосберегающие технологии.

- Перевод административных и жилых зданий города на получение энергии от возобновляемых источников энергии, в частности на экологически чистую солнечную энергию, стоимость получения которой

постоянно снижается. Внедрение теплоизоляции и энергоэффективности в зданиях города.

- Политика и инвестиции в поддержку более чистого транспорта, ввоз гибридных и автомобилей, работающих на электроэнергии (электромобили). Стимулирование использования чистого транспорта путем снижения таможенных пошлин.

- Уделение приоритетного внимания скоростному городскому транспорту, пешеходным и велосипедным сетям. Снижение перегруженности дорог, улучшение доступа к общественному транспорту, троллейбусам.

- Реформирование налогообложения транспортных средств (налогов на приобретение, регистрацию и годового дорожного) таким образом, чтобы налоги основывались на конкретных показателях выхлопов CO<sub>2</sub>.

- Внедрение прогрессивных методов утилизации и переработки городских отходов, включая каптаж (улавливание) метана, выделяемого в местах утилизации отходов

- Разработка открытой и доступной для общественности карты выбросов загрязнителей в атмосферный воздух Душанбе, общественный мониторинг качества воздушной среды.

- Республика Таджикистан должна стать Стороной Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и протоколов к ней. Участие Таджикистана в Конвенции предоставит стране более широкий доступ к необходимой информации для разработки стратегии мониторинга в сфере загрязнения воздуха, надежной системы инвентаризации выбросов и стратегии управления качеством воздуха.

#### Список литературы

1. <https://www.iqair.com/ru/tajikistan/dushanbe>
2. <https://www.iqair.com/ru/tajikistan/dushanbe>
3. Кобулиев и др. Экология. - Душанбе, 2012. - 210 с.
4. Муҳаббатова Х.М. Об – манбаи ҳаёт. - Душанбе: «Ирфон», 2003. -146 с.
5. Аброров Х. Пирияхӯи Тоҷикистон. - Душанбе: «Дониш», 2017. – 147 с.
6. Аброров Х., Акмалов М. Мӯъҷизаҳои табиати Тоҷикистон. - Душанбе: «Дониш», 2014. - 221с.
7. Щетинников А.С. Оледенение Гиссаро-Алая. - Ленинград, 1981. - 127 с.
8. Сафаров М.С. Дис. работа. Опасные гидрологические процессы в условиях изменения климата и дистанционные методы их мониторинга (на примере горно-предгорной зоны Таджикистана) / Душанбе 2021. – 182 с.

#### ИФЛОСШАВИИ ҲАВОИ АТМОСФЕРА ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

*Аннотатсия:* Дар ин мақола маълумот дар бораи ифлосшавии ҳаво дар шаҳри Душанбе ва тавсияҳо оид ба пешгирӣ ва ё кам кардани ифлосшавии ҳаво дар шаҳр оварда шудааст.

Солҳои охир сокинони шаҳр аз туман ва дуд, ки аксар вақт пойтахтро фаро мегирад, шикоят мекунанд. Коршиносон бад шудани сифати ҳаворо ба фаъолияти антропогенӣ марбут медонанд. Дар дохили шаҳр ба вучуд омадани корхонаҳои нави саноатӣ, аз чумла бо сузишвории ифлостарин — ангишт кор мекунанд, ба микъёси калон

сохтани биноҳои серошӯёна, кам шудани майдони умумии май-донҳои сабзу хуррам ва ни-  
холҳо — ҳамаи инҳо ба бад шудани сифати ҳавои Душанбе.

**Калидвожаҳо:** шаҳри Душанбе, CO<sub>2</sub>, ифлосшавии ҳаво, моддаҳои заррачаҳои сахт.

#### ATMOSPHERIC POLLUTION IN DUSHANBE CITY

**Annotation:** This article provides information about air pollution in the city of Dushanbe and recommendations for preventing and/or reducing air pollution in the city.

In recent years, city residents have complained about the haze and smog that often shrouds the capital. Experts attribute the deterioration of air quality to anthropogenic activities. The emergence of new industrial enterprises within the city, operating including on the dirtiest fuel - coal, large-scale construction of multi-storey buildings, reduction in the total area of green areas and plantings - all this makes a negative contribution to the deterioration of air quality in Dushanbe.

**Keywords:** Dushanbe city, CO<sub>2</sub>, air pollution, particulate matter.

#### МАСЪАЛАҲОИ ЭКОЛОГӢ ВА ҲИФЗИ ЗАХИРАҲОИ ОБИИ ТОҶИКИСТОН

**Мачидов О.Ш.**

*Шуъбаи география ва зондикунонии фосилавии  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

**Аннотатсия:** Дар мақолаи мазкур сухан дар бораи вазъи кунунии ҳолати экологии обҳои ҷори, ки дар ҳудуди шаҳру деҳаҳо меравад. Дар ин ҷо мушкилоти асосии ифлосшавии об бо сабабҳои антропогенӣ чӣ аз тарафи аҳолии маҳалли ва чӣ аз тарафи корхонаҳои истеҳсоли, харобиҳои аз ин сабабҳо вайроншавии маҷрои дарёҳо нишон дода шудааст. Инчунин якчанд роҳҳои пешгирӣ аз ифлосшавӣ ва шӯсташавии соҳилҳои дарёҳо пешниҳод гардидааст.

**Калидвожаҳо:** дарё, соҳил, маҷро, об, ифлосшавӣ, партовҳо, шаҳр.

Ҳолати муҳити табиати атроф яке аз омилҳои асосии муайянкунандаи фаъолияти ҳаёти инсон дар ҷамъият ба шумор меравад. Дар солҳои охир ғуншавии унсурҳои зараровари химиявии зиёд ва пайвастагӣҳои онҳо бо сабабҳои равандҳои техногенӣ дар ҳаво, об, хок ва растаниҳо яке аз масъалаҳои муҳими рӯз гардидаанд.

Ҳама микроорганизмҳои мавҷуда бо муҳити беруна, ки дар он арзи ҳастӣ доранд, алоқамандии зич доранд. Аз ин сабаб онҳо бо тағйирёбии муҳити атроф хело осебпазир мегарданд. Солимии исоният низ аз тозагии муҳити атроф, махсусан; об, ҳаво ва хок сахт алоқаманд мебошад. Аз тарафи дигар, ҳиссаи хело зиёди сарфакорона, самаранок ва тоза нигоҳ доштани ин се унсурҳои табиат аз фаъолияти ҳуди инсон низ вобастагии калон дорад.

Аз ҳама бештар таъсири назарраси инсон ба табиат бо воситаи гидросфера мушоҳида мегардад. Зеро об ҳам чинсҳои калон, ҳам чинсҳои хурдро чӣ дар шакли сахт, чӣ дар шакли хока ва чи дар шакли моеъ аз як минтақа ба дигараш ба осони мекӯчонад.

Тоҷикистон яке аз нишондиҳандаҳои аз ҳама зиёди таъминоти обро дар Осиёи Марказӣ доро мебошад. Лекин аз нимаи асри гузашта сар карда чумхурӣ ба якқатор мушкилотҳо ба монанди: пастшавии сифати об дар худуди маҳаллаҳои аҳолинишин, шусташавии соҳилҳои дар поёноби дарёҳо, обхезиҳо, селҳои харобиовар, норасоии об дар баъзе минтақаҳо рӯ бу рӯ шуда истодааст.

Сатҳи бештари ифлосшавии оби дарёҳоро аз сарғаҳи он то резишгоҳ бештар қисми миёна ва дар поёноби дарёҳо ба назар мерасад.

Дар натиҷаи ҷангҳои шахрвандии солҳои 90-уми асри гузашта камшавии ҳаҷми истеҳсолот ба амал омад. Паст шудани сатҳи ифлосшавии оби минтақа дар ин давра ба ҷашм мерасид. Агар дар соли 1990 ҳаҷми партовҳои истеҳсоли ба обҳои равон дар чумхурӣ 102 млн.м<sup>3</sup> -ро ташкил меод, пас ин нишондиҳанда дар соли 1995 ба -38 млн. м<sup>3</sup> баробар шуда буд [5].

Корхонаҳои саноати кӯҳиро вобаста ба шаклҳои таъсири манфишон ба муҳити атроф (табиат) ба панҷ гурӯҳ ҷудо кардаанд: 1. геомеханикӣ, 2. гидрологӣ, 3. химиявӣ, 4. термикӣ ва 5. биоморфологӣ [6]. Корхонаҳое, ки дар соҳилҳои дарёҳои Тоҷикистон сохта шудаанд ва ё барои истеҳсолот аз оби равон истифода мебаранд, ҳамаи ин гуна таъсиротҳоро дороянд.

Миқдори аз ҳама зиёди ифлосшавии об дар дарёҳо, кӯлҳо ва дигар обравҳои чумхурӣ аз ҳисоби партовҳои корхонаҳои хоҷагии коммуналӣ, корхонаҳои коркарди маҳсулотҳои химиявӣ ва нафтӣ ва партовҳои аҳолии шаҳру деҳот ба амал меояд.

Сол аз сол шумораи аҳолии шаҳрҳо афзоиш ёфта шумораи корхонаҳои истеҳсоли хизматрасонӣ, биноҳои баландошёнаи истиқоматӣ зиёд шуда истодааст. Ин афзоиш ба боз ҳам бештар ифлосшавии обҳои худуди шаҳрҳо оварда мерасонад. Зеро ҳама гуна партовҳои моеъи корхонаҳо бо об шуста мешавад, ки он дар охир ба оби равони дарёҳо ҳамроҳ мешавад.

Пас аз боронҳои шадид дар худуди шаҳрҳо, дар канори роҳҳои ҷӯйҳои обгузар миқдори хело зиёди зарфҳои пластикӣ ба назар мерасанд, ки оби зиёди борон онҳоро дар ҷое ғун карда мондааст. Чи қадари дигари ин зарфҳои пластикӣ ва ифлосҳои дар кӯчаву роҳҳо буда, равшанҳои дар роҳҳои мошингузар рехта, бо оби ҷуйборҳо шуста шуда ба дарёҳо мерезанд маълум нест.

Заҳбурҳо танҳо дар худуди шаҳрҳои калон азнавсозиву тоза карда мешаванд. Дар шаҳрҳои хурду деҳотҳо ин раванд он қадар дуруст ба роҳ монда нашудааст. Ҳамаи партовҳоро ифлосҳои кучаву ҷуйборҳо ғун шуда, бо обҳои боронӣ ба оби рӯду дарёҳо мерезанд. Қисми зиёди ин партовҳо дар об ҳал шуда онро ифлос мегардонад, ки он ба саломатии аҳолии дар поёноб зиндагикунанда зарари калон мерасонад.

Аз рӯи маълумотҳои аз тарафи Вазорати мелиоратсия ва хоҷагии оби чумхурӣ дастрасгардида ба сифати оби дарёи Сир дар минтақаи Шимоли кишвар бештар обҳои партовӣ ва коллекториҳои шаҳри Хучанд, фораҳои (пасобҳо) заминҳои кишоварзии ноҳияҳои атроф бештар таъсири манфӣ мерасонанд. Дар худуди минтақаи шаҳри Хучанд моддаҳои азотдор дар

таркиби оби дарёи Сир 2,5 - 3 маротиба аз меъёри муқаррарӣ зиёд ба кайд гирифта шудаанд. Чунин ифлосшавиро дар дарёи Зарафшон низ дидан мумкин аст.

Моддаҳои зараровари азот, нитратдор, аммоний ва фосфордор обҳои чорӣ партовӣ ва захҳои кубурҳои шаҳри Душанберо, ки ба дарёи Кофарниҳон мерезанд, аз меъри муқаррарӣ хело зиёд гардондаанд.

Чунин ҳолати ифлосшавиро дар обҳои дигар минтақаҳои даштӣ ва нимбиёбонии Тоҷикистон мушоҳида намудан мумкин аст. Дар қисми болообҳои дарёҳо бошад, аз сабаби кам будани маҳаллаҳои аҳолинишон дар соҳилҳо ва дар дараҳои чуқур қорӣ шудани дарёҳо ифлосшавии об назаррас нест. Дар минтақаҳои баландкӯҳ танҳо аз ҳисоби селҳо ва кандашавии пиряхҳову тармаҳо ғашшавию лойолудшавии оби дарёву сойҳо мушоҳида мешавад.

Дар бораи ҳолати ба меъёрҳои муқаррарӣ ҷавобгӯ набудани ҳавзаи дарёи Элок ва ҳолати экологии ғайриқаноатбахши он ҳанӯз д.и.г., профессор Муҳаббатов Х. соли 1999 кайд карда буд [5]. Соли қорӣ дар ҳавзаи дарёи Элок ва Кофарниҳон селҳои харобиовар фаромада ба маҳаллаҳои аҳолинишине, ки дар наздикии маҷрои дарё буданд, зарари молӣ зиёде расонда боиси ҳалокати даҳҳо нафар мардуми ин минтақа гардид.

Дар ҳамин монография Муҳаббатов Х. кайд намуда буд, ки дарёҳо дар ҳавзаи худ вазифаи санитарҳоро иҷро мекунанд. Яъне ҳамагуна ифлосиву маводҳои ғайрӣ аз он берун мекунанд. Инчунин пас аз обмонҳои заминҳои кишоварзӣ боқимондаҳои нуриҳои минералиро, ки ба заминҳои кишт пошида шуда буданд шӯста мебаранд.

Ин шӯста бурдану тоза намудани моддаҳои зараровар дар қисми болооби дарёҳо сабабгори бештар шудани ифлосиву моддаҳои зараровар дар поёноби ҳавзаҳо мегарданд, ки ин низ як мушкилоти вазини экологӣ ба ҳисоб меравад.

Олимони кишварҳои ҳамсоя тадқиқоти экологӣ гузаронида мушкилотҳои экологии аҳолиро ба 6 гурӯҳ тақсим намудаанд [3].

1. Партофтани ахлотҳои “ғайриҳонагӣ” -и хурд, амалан дар ҳама ҷой: пакетҳои пластикӣ, партови хӯрокҳо, қоғазҳо, пустиҳои тухми офтобпараст, пасмондаҳои сигор ва ғайраҳо дар сари роҳҳову пайроҳаҳо, дар истгоҳҳо ва ғ.

2. Сӯзондани ахлотҳо, ки дар таркиби худ зарфҳои пластикӣ доранд (пакетҳо, салфеткаҳо, шишаҳои пластмасӣ ва ғ.)

3. Партови обҳои маишӣ амалан дар ҳама ҷой, ки партофтани он қулай бошад.

4. Ғун кардан ва дар ҷойҳои номувофиқ нигоҳ доштани партофҳои саҳт дар деҳот.

5. Нӯшидани обҳои сифаташон паст дар ҳоле, ки имконияти истеъмоли оби сифаташ баланд вуҷуд дорад.

6. Истифодаи бемаҳдуд ва беназорати пестидсидҳо ва дигар моддаҳои ғайрибиологӣ барои мубориза бо ҳашароти зараровар ва барои фарбеҳшавии чорво.

Дар мақола муаллифон ҳар як бандро мушаххас шахр медиҳад.

Ба гуфтаҳои боло ҳаминро илова карданием, ки дар ҳудуди шахрҳои деҳаҳо барои шустушуи зарфҳо, тоза кардани кубурҳо ва дигар қорҳои хоҷагӣ қариб дар ҳама хонаҳо аз моддаҳои тозақунандаи химиявӣ ҳамарӯза истифода мебаранд ва партови ҳаммаи он ба обҳои наздишаҳрӣ омехта мешавад.

Ба ғайр аз ҳолати ифлосшавии обҳо инчунин ҳолати дигари ногувори экологӣ – тағйири маҷрои дарёҳо (кандани маҷро, сохтмонҳои гуногуни наздисохилӣ, ба соҳили дарё рехтани партовҳои сохтмонӣ, танг кардани маҷрои дарёҳо ва сойҳо) дар солҳои охир хело назаррас гардидаанд.

Ин раванд низ ҳолатҳои ногувори техногениро ба амал меорад, ки он боиси харобиҳои зиёд дар поёнобҳо ва ҳатто боиси талафоти ҷонӣ низ гардад. Чунин мисолҳоро танҳо дар соли 2022 ва 2023 даҳҳо адад овардан мумкин аст. Ҳамин тавр 28 июли соли 2023 дар гузари Лангари деҳаи Урметани ноҳияи Айнӣ дар натиҷаи боридани борону жолаи шаддид сели хеле калоне фаромада зиёда ба 70 хонаҳои истиқоматӣ даромада ба хоҷагии мардум зарари молии калон расонд. Сабаби асосиаш дар он аст, ки дар маҷрои хушк, ки солҳои пештар дар он ҷо обҳои боронӣ ба дарёи Зарафшон ҷори шуда мерафт, дар натиҷаи сохтмонҳои хонаҳои истиқоматӣ танг шуда имконияти оби зиёдро бурдан надошт.

Чунин ҳолатро дар давоми моҳҳои июл-сентябри соли ҷорӣ дар минтақаҳои ноҳияҳои дигари Тоҷикистон ба монанди Фарм, Рудаки, Ваҳдат, Исфара ва ғ. дидан мумкин аст, ки он боиси талафоти ҷониву молии зиёде гаштаанд.

Чи хеле, ки дарҷ гардид, дар ш. Душанбе ва атрофи он сохтмонҳои зиёди объектҳои самти истифодашон гуногун сохта шуда истодаанд. Қисме аз ин объектҳо дар соҳили дарё сохта шуда истодаанду хоки зери сохтмони қисми дигарашон ба соҳилҳои дарёҳои Варзобу Кофарниҳон бурда рехта истодаанд.

Ин ҳолат ба он сабаб мегардад, ки дар маҷро монетаи сунъӣ пайдо гардида метавонад боиси тағйирёбии маҷрои пешина гардад. Чунин тағйирёбии назаррасро дар резиши маҷроҳои д. Варзоб ва дарёи Душанбеу Лучоб, дар ҳудуди ш. Душанбе дидан мумкин аст [4].

Баробари зиёд шудани иншоотҳои маҷроӣ ва зиёд шудани нуқтаҳои аҳолинишин дар наздикии соҳилҳо воқеъгардида речаи маҷрои дарёҳо низ тағйир меёбад. Сохти шабакаи гидрографӣ низ дигаргун мешавад. Омилҳои асосии тағйиротҳои табиӣ дар шаклҳои нав зоҳир мешаванд. Тавозуни табиӣ эрозионӣ-аккумулятивӣ вайрон шуда, дар таъсири динамикии ҷараён ва маҷро тағйироти бебозгашт ба амал меояд [1,2].

Ба ин ҳолат мисол шуда метавонад боришоти шадиде, ки бар асари тӯфони Даниел ба амал омада ду сарбандро, ки дар маҷрои дарёи Дерна болотар аз шаҳри Дерна (Ливия) сохта шуда буданд, канда шуданд.

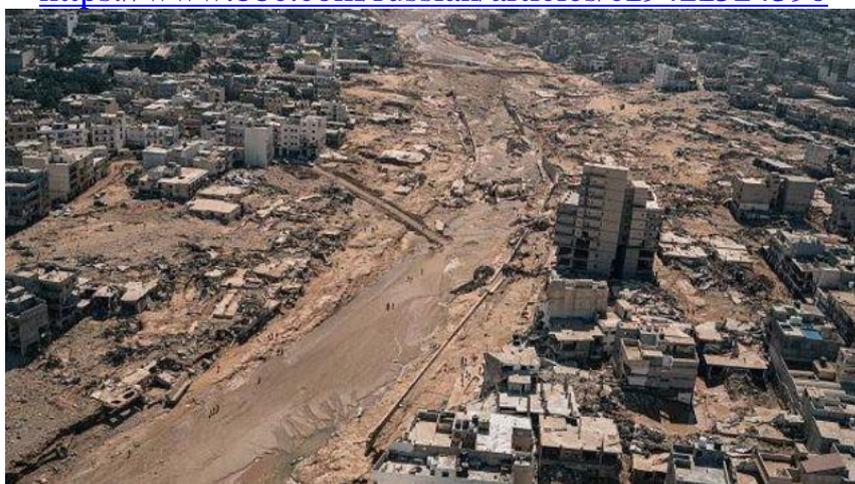
Дар натиҷаи канда шудани ин обанборҳо зиёда аз 12000 одам ба ҳалокат расида беш аз 11000 нафар бенишон гаштаанд. Ва то ҳоло дар соҳилҳои баҳри Миёназамин ҷасадҳои одамонро дарёфт карда истодаанд.

Ба гуфтаи муҳандисони тадқиқодбурда, фурупошии сарбандҳо, ки сабаби аслии фочеа шуда буданд, бар асари нақзи қонуншиканӣ дар ҷараёни сохтмони сарбандҳо рӯй додааст. Ҳамчунин, ба ақидаи онҳо, сабаби марги зиёди одамон ин вайрон кардани қоидаҳои меъёрҳои муқаррашудаи сохтмонҳои наздизоҳили мебошад, ки бояд дар он равандҳои маҷроӣ ба ҳисоб гирифта мешуданд.

Аз расмҳои 1 ва 2 овардашуда дида мешавад, ки қариб ҳамаи биноҳои дар соҳилҳои дарёи Дерна сохта шударо сели баамалода қариб пурра шӯста бурдааст.



Расми 1. Як қисми шаҳри Дерна то ва пас аз обхезӣ. Манба:  
<https://www.bbc.com/russian/articles/cz942z52439o>



Расми 2. Шаҳри Дерна пас аз обхези. Аз интернет:  
<https://www.bbc.com/russian/articles/c25ryej8nn4o>.

Чунин ҳолат 12 июли соли 2021 дар шаҳри Эрфштадти Олмон рух дода буд. Дар натиҷаи боронгарии зиёд дарёҳои Рейна Ар ва Мозель аз соҳилҳо баромада ба маҳалҳои аҳолинишини соҳилҳо зарари хело калон расонданд, ки беш аз 150 нафар ба ҳалокат расида ба хоҷагии халқ зарари моддии калон расонида шуда буд. Воситаҳои ахбори омма чунин иттилоъ додаанд, ки 62 сол қабл аз ин ҳодиса дар ҳавзаи ин дарёҳо тадқиқотҳои илмиро қатъ намуда буданд.

Чунин мисолҳоро даҳҳо адад овардан мумкин аст, ки дар тамоми манотиқи курраи Замин дар тобистону тирамоҳи соли чори ба амал омадаанд. Дар натиҷаи шӯстани хонаҳои истиқоматию корхонаҳои наздизоҳилӣ боз чӣ қадар маводҳои зараровар ба оби дарёҳову баҳру кӯлҳо омехта мегарданд, ки зарари онҳо солҳои зиёд боқӣ мемонад.

Дар ҳудуди ҷумҳури 221 кони коркарди қуму шағал мавҷуд аст, ки 85-тои он дар соҳилҳо ва маҷрои дарёҳо амал мекунанд. Ин ашёи хом таҳшинҳои аллювиалие мебошанд, ки дар маҷрои дарёҳо хобидаанд. Истифодаи ба талаботҳои қонунӣ номувофиқи онҳо метавонад боиси тағйироти куллии маҷроҳо гардад.

Аксари корхонаҳои коркарди қуму шағал дар рӯдхонаҳои атрофи шаҳри Душанбе, аз қабилӣ дарёҳои Кофарниҳон ва дарёи Душанбе ҷойгир шудаанд.

Ин падида дар дигар манотиқи Тоҷикистон низ мушоҳида кардан мумкин аст. Маҷрои дарёи Зарафшон, ки аз канори шаҳри Панҷакент, мегузарад, васеъ мешавад. Дар давраи камобӣ (аз октябр то март), вақте ки сатҳи об паст мешавад, дастрасӣ ба қуму шағал бештар гардидаманбаи ашёи хом бештар мегардад. Гирифтани коркарди он дар мавсими камобӣ сабаби тағйирёбии маҷро дар мавсими серобии дарё мегардад, ки он ба заминҳои кишоварзии наздизоҳилӣ бетаъсир наемонад.

Ба туфайли мавқеи географӣ ва шароитҳои мусоиди табиӣ, Тоҷикистон дар қитъаи Осиё мавқеи махсусро ишғол менамояд. Бо ин нишондиҳандаҳои географӣ Тоҷикистон дар Осиёи Марказӣ танзимкунандаи асосии иқлиму об ба ҳисоб меравад. Дар ин минтақа қариб 50% оби минтақавӣ ҳавзаи баҳри Арал ташаккул меёбад. Вобаста ба ин масъалаи ҳифз ва истифодаи самараноки захираҳои оби минтақавӣ кӯҳии Тоҷикистон аз назари иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва бештар намудани муҳити зисти на танҳо ҳавзаи баҳри Арал балки минтақавӣ Осиёи Марказӣ яке аз мавқеъҳои намоёнро ишғол менамояд.

Барои пешгирӣ аз ҳолатҳои харобиовари табиӣ, ки аз ҳисоби обхезиҳо ба амал меоянд ва тоза нигоҳ доштани обҳои нушокӣ

Бо ин мақсад бояд ҳамасола мониторинги экологии гидрологӣ (обҳои дохилу атрофи) шаҳрҳо гузаронида шавад. Ин мониторинги экологӣ бояд дар худ корҳои саҳроӣ, лабораторӣ, коркарди камералии материалҳо, баҳодихии экологии ҳолати обҳои зеризаминӣ ва рӯизаминиро дар бар гирад.

- Барои тарбияи экологии аҳоли на танҳо дар мактабҳову донишгоҳҳо, балки тариқи воситаҳои ахбори омма, шабакаҳои интернетӣ, гузаронидани семинарҳо дар корхонаҳо ба роҳ монда шавад.

- Барои пешгирӣ намудани ҳолатҳои харибиовари дар боло зикргардида коидаҳои сохтмонҳои наздизоҳиливу маҷроиро бо талаботи қонунгузориҳои бояд намуд.
- Кандану ноустувор гардондани соҳили дарёҳои назди маҳаллаҳои аҳолинишин бояд пас аз омӯзиши дақиқи мутаххасисони соҳа ба роҳ монда шавад.

### **Феҳристи адабиёт:**

1. Барышников Н. Б. Антропогенное воздействие на русловые процессы. Учебное пособие. Л., изд. ЛГМ И, 1990.- 140 с.
2. Карасев И. Ф. Русловые процессы при переброске стока. Л.: изд-во Гидромет. 1970. – 267 с. (на ст. 12).
3. Кожобаев К.А., Чекирова Г.К. Экологические проблемы населения Кыргызской республики связанные с их общей экологической культурой, и педагогические пути их решения. Мат. Межд. Кон-й., «Развитие науки о Земле в Кыргызстане: состояние, проблемы и перспективы», посвященной 100 летнему юбилею академика М.М. Адышева. - Бишкек: 22-23 октября 2015. – 414 с. стр. -165-170.):
4. Маджидов О.Ш. Оценка антропогенные воздействия на русловые процессы. Мат. Респ-кой НПК “Экологические проблемы природных зон Таджикистана”, в рамках научных мероприятий, посвященной дню экологического образования, “Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук”, Межд-му десятилетию “Вода для устойчивого развития” 2018-2028 годы и 80-летию д.б.н., проф. Эргашева Абдуллоджона, Душанбе. 2022.
5. Мухаббатов Х.М. Ресурси горного Таджикистана. Москва 1999. Изд. “Граница”, -335 с.
6. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Справочник-словарь. Изд. Алтын-Тамга. Бишкек 2009, 239 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАЩИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА**

***Аннотация:** В данной статье речь идет о современном состоянии экологического состояния проточной воды на территории городов и сел. Здесь показаны основные проблемы загрязнения вод, вызванного антропогенными причинами, как местным населением, так и производственными предприятиями, вызванные этим разрушения берегов и нарушение стока рек. Также предложено несколько способов предотвращения загрязнения и размыва берегов рек.*

***Ключевые слова:** река, берег, русло, вода, загрязнение, выбросы, город.*

### **ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND PROTECTION WATER RESOURCES OF TAJIKISTAN**

***Annotation:** This article deals with the current state of the ecological state of running water in cities and villages. It shows the main problems of water pollution caused by anthropogenic causes, by both the local population and industrial enterprises, the resulting destruction of banks and disruption of river flow. Several methods have also been proposed, to prevent pollution and erosion of riverbanks.*

*Keywords: river, bank, channel, water, pollution, emissions, city.*

## МУАММОҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ ДАР ТОҶИКИСТОН

**Ҳасан Асоев,**

*Коршиноси масоили экологӣ*

**Аннотатсия:** Мақолаи мазкур дар хусуси таъсири равандҳои тағйирёбии иқлим ба гуногунишакли генофонди кишварамон баҳс намуда, муҳтавои он аз нигоҳи дигар зарурияти арзёбии ин масъаларо ба миён мегузорад.

**Калидвожаҳо:** тағйирёбии иқлим, гуногунишакли генофонд, боришот, атмосфера, ҳарорат, яхшиносӣ, газҳои гулхонагӣ ва ғайра.

Муаммоҳои тағйирёбии иқлим айни замон дар байни олимону коршиносон воқунишҳои зидеро ба бор оварда истодаанд. Далел бар ин андеша он аст, ки гарчанде оид ба таҳлилу таҳқиқи равандҳои тағйирёбии иқлим ҳамасола ҳамкорию маблағгузориҳои зиёде мавриди истифода қарор гирифта бошанд ҳам, аммо дар ин ҷодда то кунун беҳбудие ба назар намерасад. Чунин вазъи ба амал омада моро водор менамояд, ки баҳри дарки амиқи ин масъала аз дидгоҳҳои гуногун мушоҳидаҳои мониторингии гузаронидашуда, ба таври объективона зӯҳуроти ин масоилро арзёбӣ намоем. Тақвият бар ин андеша он аст, ки гарчанде дар матбуоти илмию даврӣ нисбати ин масоил далелҳои мухталиф интишор гардад ҳам, аммо муҳтавои онҳо ба таври бутун воқеиятро дар худ таҷассум наменамоянд. Баръакс, чунин ба назар мерасад, ки аксари далелҳои интишоршуда ба воқеият қаробати наздик надоранд. Ин ва дигар омилҳо моро водор намуд, ки аз нигоҳи назариявӣ амалӣ бо диди муқоисавӣ тамоюлҳои тағйирёбии иқлимро дар соҳаҳои мухталифи иқтисодӣ милли мавриди назарсанҷӣ қарор диҳем. Ҳоло дар илм назарияе роиҷ гардидааст, ки ба андозаи 4<sup>0</sup>С баландшавии ҳарорат ба сохторҳои гуногуни иқтисодӣ таъсири манфӣ мерасонад. Аз ҷумла дар гузориши Бонки АвруОсиёгии Рушд (БАОР) омадааст, ки “дар сурати ҳамкориҳои нокифояи минтақавӣ то соли 2050 кишварҳои Осиёи Марказӣ ба камбудии оби обёрӣ дучор мегарданд”. Аз таҳлилҳои ФАО бармеояд, ки алҳол масрафи об барои ҳар як сар аҳолии минтақа нисбат ба давраи шуравӣ ду баробар коҳиш ёфтааст. Аниқтараш аз 3500 м<sup>3</sup> ба 1540 м<sup>3</sup> расидааст. Вобаста ба ин масъала дар гузориши ФАО омадааст, ки дар гузашта кишварҳои Осиёи Марказӣ ба даҳгонаи пешсафони истифодабарандагони об дохил мешуданд. Аз ҷумла, ҳар як сокини Туркманистон (5319 м<sup>3</sup>/сол), Қазокистон (2345 м<sup>3</sup>/сол) Ўзбекистон (2295 м<sup>3</sup>/сол), Қирғизистон (1989 м<sup>3</sup>/сол), Тоҷикистон (1895 м<sup>3</sup>/сол) обро истифода мекунанд. Акнун суоле ба миён меояд, ки чаро ҳамасола баҳри беҳбудии дастрасии аҳоли ба об дар сатҳи гуногун чандин лоиҳаю барномаҳо амалӣ мешаванд, аммо то ҳол дар ҳалли ин мушкилот ба сатҳи шуравӣ нарасидаем. Шояд мушкилоти ин масъала аз он нуқта маншаъ гирад, ки мо

пайваста зухуроти ин масъаларо ба таври умум масъалагузори менамоем, вале аз таснифоти пурпечутоби он худорӣ менамоем. Аз ин андеша чунин бармеояд, ки яктаарафа қазоват намудани ин масъала моро ба печидагиҳои зиёде ру ба рӯ мегардонад. Барои мисол, натиҷаи аксар пажӯҳишҳо дар ин самт аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки феълан яхбандии куҳҳои минтақа ба таври назаррас кам шуда истодааст. Аз ҷумла дар давоми солҳои 1956 то 1990 захираи пирияхҳои Осиёи Марказӣ се маротиба коҳиш ёфта, ин тамоюл то ҳол бо шиддати 0,6-0,8% дар як сол идома дорад. Дар радифи ин далел боз дар илм назаре мавҷуд аст, ки солҳои охир дар баландкуҳҳои кишшварамон баръакс пастшавии тамоюли ҳарорат ба андозаи  $-0,3^{\circ}\text{C}$  мушоҳида мешавад. Аммо ин далелҳо то ҳол дар қиёс бо дигар далелҳо ба таври возеҳ аз нигоҳи илмӣ тавзеҳу ташреҳи худро наёфтаанд. Далелҳои интишоршуда дар ин хусус бозгӯӣ онанд, ки давоми солҳои 1961-2014 дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳарорати ҳаво ба андозаи  $0,2-1,9^{\circ}\text{C}$  баланд ва дар минтақаи наздикуҳӣ миқдори боришот 1,22% кам, аммо дар минтақаи баланкӯҳ аз 12 то 16% зиёд шудааст.<sup>1</sup> Илова бар ин, хотирнишон менамоем, ки дар дарёҳои Кофарниҳон, Вахш, Зарафшон ва Қизилсӯ чараёни об 1,5-2% кам вале дар дарёҳои Помир (Гунт ва Ванҷ) 3-5% зиёд шудааст. Доир ба ин масъала чӣ тавре ҳарф назанем, давоми ин солҳо масоҳати пирияхҳо дар ҷумҳурӣ то 30% ва ҳаҷми онҳо аз 1,0 то 20% коҳиш ёфтааст. Вобаста бо чунин мулоҳизарониҳо ёдовар мешавем, ки кураи замин чор маротиба давраи яхбандиро аз сар гузаронидааст. Дар ин замина суоле арзи вучуд меояд, ки тамоюлҳои равандҳои тағйирёбии иқлим дар кадом сатҳ ба захираҳои об таъсир мерасонад. Зухуроти ин омил бори дигар моро водор менамояд, ки аз нигоҳи назариявӣ амалӣ дар асоси маводи навтарини тадқиқотӣ ба таври муфассал равандҳои тағйирёбии иқлими кишварамонро дар сатҳи гуногун мавриди назарсанҷӣ қарор дода, ба ин васила ҳодисаҳои ғайриҷашмдошти иқлими онро баррасӣ намоем. Гарчанде як зумра олимону коршиноси ватанӣ оид ба сабабу оқибатҳои гармшавии глобалии иқлим асару мақолаҳо эҷод<sup>2-3-4-5-6-7-8</sup> намуда бошанд ҳам, аммо дар байни онҳо тафоҳуми яклухти андешаҳо вучуд надорад. Масалан, 19 майи соли 2023 дар Муассисаи давлатии “Маркази Ҷумҳуриявии муассисаҳои таҳсилоти иловагӣ”-и Вазорати маориф ва илми

<sup>1</sup> Д.Ф. Бобиев, Л.Д. Умарова. Хаву таҳдид ба захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон дар шароити тағйирёбии иқлим. Кишоварз №1.2023. с.146-151.

<sup>2</sup> Д.Ф. Бобиев. Критерии оценки инженерно-преобразования речных систем Таджикистана в условиях изменения климата. // Наука и новые технологии. Бишкек, 2014. №6. С.22-28.

<sup>3</sup> Н.Б. Курбанов. Изменение климата за период 1961- 2011 гг. в Таджикистане. Кишоварз. №3.-С.81-85.

<sup>4</sup> У.И. Муртазаев. Влияние изменения климата на современное состояние, развитие водного хозяйства и управление водными ресурсами Таджикистана и меры адаптации.// Проблемы управления гидрометеорологии и экологии: материалы междунар науч. практ. Конф. –Алматы, 2001. С. 338- 349.

<sup>5</sup> У.И. Муртазаев. Оценка потребностей для усиления потенциала по адаптации водохозяйственного секторе экономики Таджикистана к последствиям изменения климата. // Перспективы использования водноэнергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата. Сб. Душанбе 2009, С. 66-70.

<sup>6</sup> Р.Н. Раувоф. Р. Давлатов. Влияние изменения климата на состояние ледников и режим речного стока Таджикистана. Кишоварз. №1(65) . –С. 57-59.

<sup>7</sup> М.С. Саидов, М.Т. Гайратов, Ф.Х. Каримов. Общаяледниковсць. Душанбе- 2021. С.124.

<sup>8</sup> А.А. Яблоков. Потепление или похолодание? Доклад научной конференции «Ледники Таджикистана в условиях изменения климата». Душанбе, 2009.

Ҷумҳурии Тоҷикистон конфронси назариявӣ – амалӣ дар мавзӯи “Тоҷикистон ташаббускори масоили об дар ҷаҳон” баргузор гардид. Дар ин конфронс директори Муассисаи давлатии Маркази омӯзиши пирияхҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон профессор Абдулҳамид Каюмов иброз дошт, ки “далелҳое, ки дар замони Шӯравӣ нисбати пирияхҳои Тоҷикистон ба даст оварда шудааст, саҳеҳ набуда, мухтавои онҳо қарибки арзиши илмӣ надоранд. Танҳо Маркази мо барои ноил шудан ба ин ҳадаф қодир аст.” Акнун тавассути васоити ахбори омма аз ӯ пурсиданием, ки Марказ тӯлли панҷ соли фаъолияташ бо кадом дастовардҳои илмӣ дар асоси кадом метадология ноил гардидааст. Дастовардҳои илмие, ки имрӯз Марказ дар самти глисалогия ба даст овардааст, аз дастовардҳои замони шӯравӣ чӣ умумият ва чӣ бартари доранд? Чунки то кунун наметавон далелҳои назариявиро амалии ба дастовардаи ин марказро дар қиёс бо нишондодҳои замони шӯравӣ мавриди назарсанҷӣ қарор дод? Ба ибораи дигар, то ҳол маълум нест, ки арзишҳои илмии ин марказ ба кадом усулу метадология ба даст оварда шудаанд. Боиси зикр аст, ки имрӯз дар кишварамон Маркази яхшиносӣ дар назди академияи миллии, Маркази яхшиносӣ дар назди Агентии обу ҳаво санҷӣ ва Маркази яхшиносӣ дар назди донишгоҳи Хучанд фаъолият менамояд. Аммо то ҳол аз нигоҳи илмӣ ошкор карда нашудааст, ки ин марказҳо байни ҳамдигар чӣ умумият ва чӣ тафовути масъалагузорӣ доранд. Матлаб аз овардани ин андеша дар он аст, ки оид ба ин масъала дар матбуот баҳсу мунозираҳо дар шакли лафзӣ идома доранд, вале дақиқона таҳлил намоем маълум мегардад, ки аксар мутасаддиёни ин соҳаҳо кӯшиш менамоянд, ки аз таснифи умумии ин масъала худро як дараҷа дар канор монанд. Дар чунин вазъ моро лозим меояд, ки минбаъд ба он далелу андешаҳое така намоем, ки аз нигоҳи илмӣ то ҳол таснифоти худро наёфтаанд. Аз ин рӯ, инчӯ мегуем, ки алҳол ҷаҳон дар пешорӯи мушкилоти глобалӣ қарор доранд. Ҳанӯз солҳои 70-уми асри гузашта климатолог М.И.Будыко пешгӯи намуда буд, ки давоми солҳои 1970- 2000 консентратсияи CO<sub>2</sub> 17% ва ҳарорат ба андозаи 0,65<sup>0</sup> баланд мешавад.<sup>9</sup> Қобили зикр аст, ки то давраи Инкилоби илмии техникӣ (ИИТ) биосфера дар ҳолати хуби мувозинати табиӣ қарор дошт. Баъди солҳои 50-ум дар натиҷаи рушди саноат ва нақлиёт консентратсияи гази карбонат 5-10 % зиёд гардид, мавҷудияти он дар биосфера “парниковый эффект”-ро ба миён овард. Тибқи таҳқиқоти олимони муосир консентратсияи CO<sub>2</sub> давоми солҳои 1958 то 2000-ум аз 314 ррт ба 390 ррт расид. Дар ҷаҳон ҳамасола 15X10<sup>9</sup> тонна CO<sub>2</sub> хориҷ мешавад. Ҳоло масъалаи тағйирёбии иқлим дар сатҳи созмонҳои бонуфузтарини байналмилалӣ, аз ҷумла СММ муҳокима карда мешавад. Дар асоси тавсияҳои СММ айни замон оид ба тағйирёбии иқлим барномаи “Системаи глобалии мушоҳидаи иқлим (СГМИ)” таҳия шудааст. Таҳлилҳои илмӣ айни замон бозгӯи онанд, ки вобаста ба шидат гирифтани равандҳои тағйирёбии иқлим дар соҳаи кишоварзӣ хелҳои гуногуни касалиҳо ва

<sup>9</sup> А.А. Зайнутдинов, З.А. Зайнутдинова. Изменения климата в исторического эпоху. Илм ва замин. №1(1)- 2020.с.74-84.

зарарасонҳо паҳн гардида истодаанд, дар натиҷа ҳосилнокии зироатҳои кишоварзӣ ҳамасола коҳиш ёфта истодааст. Аз ин ҷиҳат, хизматрасониҳои обу иқлим баҳри баланд бардоштани сатҳи иҷтимоӣ ва иқтисодии ҷомеаи шарҳвандӣ хусусияти рӯзмаъра гирифтааст. Бахусус дар самти сифат ва устувории системаҳои экологӣ. Ҷоизи зикр аст, ки оид ба сифати об Ўзбекистону Қазокистон пайваста мониторинг мегузаронанд, вале дар Қирғизистону Тоҷикистон чунин омӯзишҳо гузаронида намешавад. Аз ин бармеояд, ки гузариш ба иқтисодиёти сабз ин раванд набуда, балки талаби замон мебошад. Дар ин замина вақти он расидааст, ки вобаста ба мавқеи ҷуғрофӣ кишварамон таъсири осебпазирии равандҳои тағйирёбии иқлимро дар музофотҳои алоҳидаи кишварамон мавриди омӯзиш қарор диҳем. Чунки дар Тоҷикистон мушкилоти об то ҳол вуҷуд дорад. Алҳол 68% -и аҳоли ба оби мутамарказонидашуда дастрасӣ доранду ҳалос. Ҷӣ тавре ҳарф назанем, дар остонаи асри XXI равандҳои тағйирёбии иқлим мушкилоти умумичаҳониро ба бор овардааст. Тақвият бар ин андеша дар он аст, ки беш аз пеш олимону муҳаққиқон далелҳои манфии таъсири гармшавии иқлимро ба гуногунии биологӣ ошкор намуд истодаанд (Берри 1992, Владимиров, 2008. ) Ҷӣ тавре ҳарф назанем, аз муҳтавои тадқиқотҳои дар ин самт анҷомдода маълум мегардад, ки равандҳои тағйирёбии иқлим ба индукаторҳо (нишондиҳандаҳои биоэкологӣ ) ҳамарӯза таъсири ҳешро расонда истодааст. Аз ин лиҳоз, нигоҳдории гуногунии биологӣ ва самаранок истифодабарии захираҳои табиӣ бахусус олами набототу ҳайвонот дар замони муосир хусусияти мубрамият пайдо намудааст. Чунончи пажӯҳишгарони соҳаи орнитология ошкор намуданд, ки давоми се даҳсолаи охир дар ҳудуди кишварамон бахусус ВМКБ як дараҷа ба тағироти кулӣ дучор гардидааст. Ин пеш аз ҳама ба пайдо шудани намудҳои нав ва тағйир ёфтани ареали баъзе парандагон шарҳу тавзеҳ дода мешавад. Чунончи аз 276 намуди парандагони Помир 23 намуди он дар ҳудуди ин минтақа давоми ду даҳсолаи охир ба қайд гирифта шудааст. Дар ҳудуди Помири Ғарбию Шарқӣ ин намудҳо қаблан ба қайд гирифта нашуда буд.<sup>10</sup> Ҳамзамон олимону коршиносон ошкор намуданд, ки дар кишвари мо баҳор дар қиёс ба солҳои пешин 2-3 рӯз пештар меояд. Муҳтавои чунин далелу андешаҳо марҳилаи нави омӯзишро баҳри тақмил додани механизми ҳамкорихоро дар ин ҷода тақозо менамояд. Таҳлилҳои мутахассисон нишон медиҳад, ки давоми солҳои 1961-2011 дар ноҳияи Ёвон аз 1 то 10% камшавии боришот мушоҳида мешавад. Аммо дар шаҳри Душанбе ва ноҳияи Шаҳритус то 10% зиёдшавии миқдори боришот ба қайд гирифта шудааст. Ҳамзамон дар қаламрави ноҳияи Ҳисор камшавии миқдори боришот 3% ва дар ноҳияи Файзобод 20%-ро ташкил медиҳад. Аз ин далелҳо бармеояд, ки вобаста ба баландӣ миқдори боришот кам шудааст. Умуман дар минтақаҳои наздикӯҳӣ ва кӯҳии вилояти Хатлон ба андозаи камшавии боришот 6 то 22% ба қайд гирифта шудааст.

---

<sup>10</sup> Абдулназаров А.Ф. Хусусиятҳои экологии фаунистӣ ва маконию замони орнитофаунаи помир. Автореферат. Душанбе- 2023.

Дар куҳҳои Тоҷикистони Марказӣ аз сатҳи баҳр то 1500 м миқдори боришот 14-18% ва дар Помири Ғарбӣ 12-то 17% зиёд шудааст.

**Хулоса**, яке аз масъалаи мубраме, ки имрӯз аҳли башарро ба ташвиш овардааст, ин ошкор намудани таъсири ин тамоюл ба ҷанбаҳои гуногуни ҳаёт мебошад. Хушбахтона, ташкилоту созмонҳои бонуфузи байналмилалӣ ҳоло дар сатҳи ҷамоатҳои маҳаллӣ ин мушкилотро ҷустуҷӯ намуда истодаанд. Боиси таассуф аст, ки то ҳол аз нигоҳи илмӣ ба пурагӣ равшан нест, ки ҷамоатҳо дар кадом сатҳ баҳри ҳалли ин масъала мусоидат менамоянд.

### ЗАГАДКИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ТАДЖИКИСТАНЕ

**Аннотация:** В данной статье рассматривается влияние процессов изменения климата на разнообразие генофонда нашей страны, а ее содержание подчеркивает необходимость оценки этого вопроса с иной точки зрения.

**Ключевые слова:** изменение климата, разнообразие генофонда, осадки, атмосфера, температура, благополучие, парниковые газы и др.

### MYSTERIES OF CLIMATE CHANGE IN TAJIKISTAN

**Annotation:** This article discusses the impact of climate change processes on the diversity of the gene pool of our country, and its content emphasizes the need to assess this issue from a different point of view.

**Keywords:** climate change, diversity of the gene pool, precipitation, atmosphere, temperature, well-being, greenhouse gases, etc.

## ХУСУСИЯТҲОИ ГИДРОЛОГӢ-ГЕОГРАФӢ ВА ЗУҲУРИ МУШКИЛОТҲОИ ОБӢ-ЭКОЛОГӢ ДАР МИСОЛИ РӮДҲОИ НИШЕБИИ ҶАНУБИИ ҚАТОРКӮҲИ ҚУРАМА

**Акмалзода М.М.**

*Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

**Аннотатсия:** дар мақола шароити табию географияи ташаккул, таъсири тағйирёбии иқлим ба ҳолати речаи гидрологӣ, рӯдҳои нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама, навъҳои гизогирӣ, истифодаи хоҷагӣ, роҳу усулҳои истифодаи босамари онҳо нишон дода шудааст.

Дар сарҳади шимолии Ҷумҳурии Тоҷикистон қаторкӯҳи Қурама ва кӯҳи Мевагул воқеъ ғайтааст, ки ба силсилаи кӯҳсори ғарбии Тиёнишон мансуб мебошад. Дар ҳудуди қаторкӯҳи Қурама вобаста ба мавқеи географӣ, ташаккули гидрография ва речаи гидрологии рӯдҳои нишебии ҷанубии он на танҳо ба сохти геологӣ ва орография балки ба **иқлим** хос буда ва вобастагии калон дорад. Давомнокии фасли ғарм то 260 рӯз дар ҳамвориҳо ва дар баландиҳои 2000 м 200 рӯз ва давомнокии ҳарорати аз 10<sup>0</sup> баланд дар ҳамвориҳо 220 дар кӯҳҳо 160 рӯзро ташкил медиҳад. Боришот дар қисми бештари ин музофот дар шакли борон рух медиҳад, пушиши барф ҳамаги то 30 рӯз давом мекунад. Нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама ва ҳамвориҳои нишебии он аз наботот сирак мебошад, лекин вобаста аз баландӣ ба самти шонаи қаторкӯҳ зина ба зина ба таври минтақавӣ ҷойи иваз мекунад. Рӯдҳои ҷанубии қаторкӯҳи Қурама то ба имрӯз саҳеҳ омӯхта нашудаанд, зеро аксарияти онҳо аҳамияти маҳаллӣ доранд, иқтидори

иқтисодиашон нокифоя мебошад, мутаассифона барои дар онҳо сохтмонҳои азими энергетикӣ, ирригатсионӣ имкониятҳои хуб мавҷуд нест.

**Калидвожаҳо:** рӯдҳо, речаи гидрологӣ, гизогирӣ, маҷро, сарчаиша, резишигоҳ, навъҳои гизогирӣ, серобӣ, гранидиоритҳо диоритҳо, эра, палеозой, пролювиалӣ, аккумулятсия, денудатсия, морфометрӣ, селанбор, магматикӣ, камобӣ.



Дар сарҳади шимолии Ҷумҳурии Тоҷикистон қаторкӯҳи Қурама ва кӯҳи Мевағул воқеъ гашта ба силсилаи кӯҳсори ғарбии Тиёншон мансуб мебошад. Қаторкӯҳи Қурама дар шарқ аз қаторкӯҳи Чатқол ба самти андаке ҷанубу ғарб ба масофаи беш аз 170 км тӯл кашидааст. Қойи аз Ҳама баландтарини ин қаторакӯҳ қуллаи **Бобои Об (3768 м)** ном дошта, дар самти шимолу шарқии он воқеъ гаштааст. Ин қаторкӯҳ ба самти ҷанубу ғарб оҳиста паст шуда, дар ҳавмории Дилварзин хотима меёбад. Дар ғарб қаторкӯҳ ба шохаҳои Олтинтопган, Қалқанот ва Қарамзор ҷудо мешавад, ки онҳо бештар ба самти ҷануб кашол ёфта хобидаанд. Нуқтаи баланди кӯҳи Қаромазор 2500 м баландӣ дорад. Дар ҳудуди Тоҷикистон қаторкӯҳи Қурама аз ҷиҳати геологӣ қадимтарин ба ҳисоб меравад. Аз ин лиҳоз шонаю теғаҳои он зери омилҳои гуногуни табиӣ – географӣ харобу фарсуда шудааст, бинобар ин қуллаҳои он чандон буридашудаву нугтез нестанд. Афғаҷияшон пасту осонгузар мебошанд. Афғаи Кандирдавои 2141 м баландӣ дорад, водиҳои Фарғонаро ба музофоти Тошканд мепайвандад. Нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама нисбат ба нишебии шимолияш, ки ба Узбекистон мутааллиқ мебошад рост фаромада буда, ба пораҳои зиёд бурида шудааст, аз ин рӯ реліефи мураккаб ва манзараи ба худ хос дорад.

Рӯдҳои доимӣ ва муваққатӣ қаторкӯҳро аз шимол ба самти ҷануб бурида дараҳои умқашон тангро ташкил додаанд, ки дарозии гуногун доранд, зерашон ба сангрзаю сангпораҳо фаро гирифта шудаанд, ҳамворихое, ки барои кишту қор ва сохтани деҳаҳо мувофиқанд камтар ба назар мерасад.

Дар ҷанубу ғарбии қаторкӯҳи Қурама кӯҳи **Мевағул (Муғул)** қойгир шудааст, дар соҳили рости дарёи Сир дар муқобили шаҳри қадимаи Хучанд

воқест, 35-40 км дарозӣ ва қуллаи **Музбеки он 1623 м** баландӣ дорад, паҳнияш бошад ба 10-15 км ва масоҳаташ ба 360 км<sup>2</sup> мерасад. Қисми марказӣ ва шарқии кӯҳ аз чинсҳои гранидиоритҳо, диоритҳои фишонидашуда ва аз чинсҳои такшонии эраи палеозой иборат мебошад. Нимаи ғарбии кӯҳ бошад аз олоизҳо (конгламератҳо), чинсҳои интрузивӣ, варақсангҳо ва аз оҳаксангу мармар ташаккул ёфтааст. Дар пояи кӯҳ бештар таҳшониҳои аллювиалӣ, делтаҳои рӯдҳои хушида ва махрутҳои онҳо паҳншудаанд. Дар нишебҳои чанубу ғарбии кӯҳ дараҳои тангу кӯтоҳ мавҷуданд. Баҳорон аз байни онҳо рӯдчаҳои камоб ҷорӣ мешаванд, вале то ба ҳамвориҳои пешкӯҳ омада намерасанд, зеро обовардаҳои махрутшакл фурӯ бурда мешаванд. Дар байни қаторкӯҳи Қурама дар шимол ва кӯҳи Мевағул дар чануб ҳавмории Мирзоработ воқест. Ин ҳавморӣ дар ғарб ба ҳавмории васеи Дилварзин пайваст мешавад.

Дар соҳили рости дарёи Сир то доманаи қаторкӯҳи Қурамаю кӯҳи Мевағул ҳавмorie воқеъ гардидааст, ки онро **води Дашт** меноманд. Бари (пахнии) ин водӣ аз 8-14 то 30 км буда, дар муқобили шаҳри Хучанд танг шуда ба 2 км мерасад. Баландии он аз сатҳи баҳр 400-500 м ва дар пояи қаторкӯҳи Қурама ба 500-600 м мерасад, асосан аз таҳшонҳои пролювиалӣ, яъне аз обовардаҳои рӯдҳои муваққати тӯли асрҳои бардавом ташаккул ёфтааст. Ҳавмории мазкур ба самти шимолу шарқ андак баланд шуда, ба тарфи дарёи Сир нишеб хобидаст. Дар доманаи чанубии ин ҳавморӣ дар самти ғарб кӯҳҳои **Сомғар** («Кӯҳи Сом») ва **Оқбел** ва дар шарқии он **Оқчопу Қизилҷар** қомат афрохтаанд. Дар шарқтари ин ҳавморӣ ва пасткӯҳҳо майдони васеи **Ашти Калон** доман паҳн намудааст. [1, 15]

Дар ташаккули гидрография ва речаи гидрологии рӯдҳои нишебии чанубии қаторкӯҳи Қурама на танҳо сохти геологӣ ва орография балки **иқлим** роли калон мебозад. Мутаассифона дар худуди ин музофоти табию географӣ пойгоҳҳои гидрометеорологӣ бениҳоят каманд, бинобар он дар бораи иқлими ин музофот маълумотҳо нокифоя ва баъзе маълумотҳои мавҷуда шубҳаангез менамоянд.

Давомнокии фасли гарм то 260 рӯз дар ҳаввориҳо ва дар баландиҳои 2000 м 200 рӯз ва давомнокии ҳарорати аз 10<sup>0</sup> баланд дар ҳаввориҳо 220 дар кӯҳҳо 160 рӯзро ташкил медиҳад, ҷамъи ҳарорати фаъл ба 2500 – 4800 (5000<sup>0</sup>) мерасад.

Ҳарорати миёнаи моҳи январ дар Бӯстон (н.Мастҷох) -0,4<sup>0</sup>С дар Ашт -2,5<sup>0</sup>С, ҳарорати миёнаи моҳи июн ба 24-27<sup>0</sup>С (29<sup>0</sup>С) мерасад.

Боришот аз ғарб ба самти шарқ коҳиш меёбад. Агар дар ғарб (Бӯстон) дар давоми сол аз 295 то 340 мм дар Олтинтопкан 483 мм, Қайроққум -135 мм, дар шарқ шаҳраки Шайдон 180 мм рух медиҳад, дар доманакӯҳҳо 400-500 мм, дар миёнакӯҳҳо то 800 мм ба амал меояд. [2. 407]

Қайд кардан ҷоиз аст, ки бориш дар қисми бештари ин музофот дар шакли борон рух медиҳад, пушиши барф ҳамаги то 30 рӯз давом мекунад. Танҳо дар қисми шарқии қаторкӯҳи Қурама барф бештара рух медиҳад, дар

чойҳои алоҳидаи нисбатан бештар захира мешаванд ва ба ғизогирии тобистона ва тирамоҳии рӯдҳо ғизо мебахшанд.

Бояд гуфт, ки бо сабаби чандон баланд будани қаторкӯҳи Қурама, яъне аз раҳи фирнавӣ паст будани он ин ҷо фирна ва пирахҳо пайдо шуда наметавонанд.

Нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама ва ҳавморихои нишебии он аз наботот камбағал ва вобаста аз баландӣ ба самти шонаи қаторкӯҳ зина ба зина ба таври минтақавӣ ҷойи иваз мекунад. Мебояд гуфт, ки бо сабаби кам будани боришоти атмосферӣ набототи ин музофот хосияти басо ксерофитӣ гирифтаанд. Музофот, аз набототи буттагиву дарахтӣ камбағал мебошад. Дар поён (ҳавморихои домана замини) набототи биёбонӣ аз он баландтар набототи буттагии резабарг (шибляк) ва баландтар аз он бурсзорҳои сирак ва ниҳоят дар наздикиҳои теғаи қаторкӯҳ чун ҷазираҳои алоҳида набототӣ даштии типчоқӣ дучор мешавад. Маълумотҳои таърихӣ ва дар ҷойҳои алоҳидаи дастнорас дучор шудани буттаву дарахтҳои алоҳида аз қабилҳои бурс (арча) аз он гувоҳи медиҳанд, ки дар замони гузашта нишебиҳои ҷанубии қаторкӯҳи Қурама аз набототи дарахтӣ ва буттагӣ ғани будааст, вале талабот бо масолеҳи сохтмон ва сӯзишворӣ, кӯҳкорӣ одамнро водор намуд, ки даст ба буридани онҳо зананд. Ҷангал, ки хосияти хуби барфу обнигоҳдорӣ ва ба танзим даровардани обшораи рӯдҳоро дошт ва даст дод. Барои ҳамин ҳам чанде аз рӯдҳо ҳоло камоб ва мавсимӣ гардидаанд.

Ҳамин тариқ ба шароити омилҳои асосии ташаккулдиҳандаи захираҳои оби нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама (музофоти Қурама), шинос шудем. Акнун моро лозим аст, ки ба ҷойгиршавии рӯдҳо, тарзи ғизогирии, речаи гидрологии онҳо шинос шавем ва чанде аз онҳоро таҳқиқу тавзеҳ намоем. Хотирнишон менамоем, ки рӯдҳои ҷанубии қаторкӯҳи Қурама то ба имрӯз саҳеҳ омӯхта нашудаанд, зеро аксарияти онҳо аҳамияти маҳаллӣ доранд, иқтидори иқтисодиашон нокифоя мебошад, барои дар онҳо сохтмонҳои азими энергетикӣ, ирригатсионӣ имкониятҳои хуб нест. Доир ба чанде аз рӯдҳои нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама дар таълифҳои муҳаққиқон И.А.Ильин (1959), А.О.Кеммерих (1978), В.Л.Шульц (1965), И.Г.Тохиров, Г.Д.Купайи (1998), М.Х.Ҳоҷаев (1996), С.А.Ашуров (1977), Ҳ.Очилов ., Ҳ.Аброров (2003), И.С.Шукин (1936), И.С.Гольц (1948), В.А.Макусунов (1968), Таджикистан (1982) ва ғайра дигарҳо андешаронӣ шудааст, вале ҳамчун мавзӯи алоҳида таҳлилу таҳқиқ нагаштааст. Биноан баҳои дурусти илмӣ додан кори басо мушкил ва заҳматталаб мебошад. Аз ин вачҳ мо маълумотҳои қандаву парокандаро порча-порча ҷамъ намуда, таҳил ва баррасӣ намудем.

Нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама 6150 км<sup>2</sup>-ро ташкил медиҳад. Дар ин ҳудуд рӯдҳое, ки дарозияшон аз 1 то 10 км мерасанд ба 478 мерасанд, дарозии умумии онҳо ба 1337 км баробар аст, зичии шабакашон бошад ба 0,22 км<sup>2</sup> мерасад. Рӯдҳои дарозияшон беш аз 10 км ҳамаги 45 то буда, дарозии умумиашон беш аз 900 км-ро ташкил медиҳанд, зичии шабакаи рӯдҳо ба 0,15 км<sup>2</sup> мерасад. Ҳамаи рӯдҳои беш аз 1 км дарозӣ дошта ба 600

наздик аст, дарозии умумиашон ба 2300 км ва зичии шабакаи рӯд ба 0,40 км<sup>2</sup> наздик аст.

Аз ҷумла шумораи рӯдҳои мавсимӣ 271-ро ташкил медиҳанд, онҳо 772 км дарозӣ доранд, аз ҷумлаи ҷунин рӯдҳо 22 рӯд беш аз 10 км дарозӣ дошта масофаи якҷояи онҳо ба 300 км мерасад.

Водии ин рӯдҳо аз ду қисми аз якдигар ба кулӣ фарқкунанда иборатанд: қисми аввали водихо аз дараву тангноҳо (канон)-и V монанд иборат буда, манбаи асосии ғизогирии обҳои мавсимӣ (боронҳои мавсимӣ) мебошанд. Маҷрои ин рӯдҳо аз сангресаву сангпораҳо ва харсангҳо иборат мебошанд. Қисмҳои алоҳидаи водӣ тамоман урёну беғиёҳанд. Оби ин рӯдҳо то ба ҳамвориҳои доманаи кӯҳ омада намерасанд.

Дар қисми дуввум рӯдҳо аз кӯҳ баромада обовардаҳои аз сарчашма овардашонро дар ҳамвориҳои доманаи қаторкӯҳ таҳшон намуда, маҳрутҳои васеъро ташкил мекунанд. Нишебӣ ва суръати ҳаракати рӯдҳо хеле суст (охисат) буда, дар ҳамвориҳои пешкӯҳ ба шохаҳо ҷудо ва ниҳоят оби рӯдҳо ба зерӣ таҳшониҳо фуру бурда мешаванд.

Рӯдҳои ҷанубии қаторкӯҳи Қурама ва дигар кӯҳу пасткӯҳҳои ба ин музофот мансуб буда, аз ҷиҳати обшораашон се навъ мешаванд: ба гурӯҳи аввал рӯдҳои мансубанд, ки дар маҷроашон об дар тамоми сол ҷорӣ мешавад. Ин навъ рӯдҳо аз баландиҳои 2500-3000 м сарчашма мегиранд. Дар сарчашмаи онҳо барфи зимистон борида дергоҳ нигоҳ дошта мешаванд. Ба ин қабил рӯдҳо Ошоба, Гудоссой, Шайдон ва ғайра дохил мешаванд.

Гурӯҳи дуюм ҳамон рӯдҳои мебошанд, ки ҳангоми об шудани барф ва боридаи боронҳои баҳорӣ дар маҷрои об ҷорӣ мешавад. Сарчашмаи ҷунин рӯдҳо аз баландиҳои 1500-2500 м оғоз меёбанд. Ин навъ рӯдҳо ҷараёни муваққатӣ доранд. Рӯдҳои мазкур баҳорон сероб шуда, дар аввалҳои тобистон камоб ва ниҳоят мехушканд.

Гурӯҳи сеюм рӯдҳои хушкшаванда буда, дар маҷро гоҳо ба миқдори кам, баҳорон ҳангоми боридаи боронҳои мавсимӣ, ки гоҳ-гоҳ рух медиҳад об ҷорӣ мешавад. Аксар ибтидои ин рӯдҳо дар сарғаҳи водихо ҷойгир шудаанд, ки то 1500 м баландӣ доранд. [3.37]

Сабаби ҳамеша дар маҷро об набудан ҷунин водихо аз он иборат аст, ки сарғаҳи водихо паст мебошанд, ҳарорати ҳавои атмосферӣ дар фасли баҳор зуд гарм мешавад, дар ҷунин ҷойҳо гуфтан мумкин аст, ки бориши саҳт (барф) намеборад ва ё ниҳоят кам меборад, зеро водиро ҷинсҳои мулоиму ковоки аллювиалию праллювиалӣ фаро гирифтаанд, қобиляти хуби обгузаронӣ ва полоиш доранд, барфобаҳои нокифояро замин ба худ мечаппад, ҷараёни сатҳи ҳосил мешавад. Дигар тафовути ин гурӯҳ аз он иборат мебошад, ки ғизогириашон ба обҳои зеризаминӣ алоқа надоранд. Гурӯҳи рӯдҳои яқум ғизогирии доимии обҳои зеризаминиро соҳибанд. Гурӯҳи дуюми рӯдҳо 1-2 моҳ аз обҳои зеризаминӣ ғизо мегиранд, зеро ин обҳо манбаи доимии ғизогирӣ доранд, оби борону барфобаҳои дар маҳзанҳои зеризаминӣ ворид шуда, захира гашта чандон бузург нестанд, ба зудӣ харҷ

шуда, тамом мешаванд. Гурӯҳи сеюми рӯдҳо аз ғизогирии обҳои зеризаминӣ маҳрум мебошанд. [4.251]

Хотирнишон намудан ҷоиз аст, ки чун дигар музофотҳои кӯҳӣ рӯдҳои чанубии қаторкӯҳи қурама ҳам аз кӯҳ сарчашма мегиранд, барои ҳамин, ҳам дар сарғаҳои рӯдҳо эрозия ва дар поёнҷараёни онҳо аккумулятсия бартарӣ дорад. Суръати ҷараёни рӯдҳо, ки аз мавзёҳои саҳти ҷинсҳои кӯҳӣ мегузаранд хеле нишебанд ба 3 м/сония мерасанд. Дар сарғаҳои маҷрои ин рӯдҳо остнаву шаршараҳо дучор мешаванд, санғоб (обғалт) дида, намешаванд. Дар ҷойҳои, ки атрофи водиро ҷинсҳои мулоим фарогирифтаанд маҷрои рӯдҳо васеъ мешаванд, дар ҷунин маҷрои васеъ оби рӯдҳо сайркунада буда, гоҳо ба тарфи рост ва гоҳи дигар ба тарфи чап тоб меҳӯранд, гоҳи дигар ба шоҳаҳо тақсим мешаванд, ҷазираҳои муваққатӣ пайдо мешаванд, суръати ҳаракаташон оҳиста (1,0 м/сон) мешавад. Нисбат ба дигар ноҳияву музофотҳои Тоҷикистон ин ҷо зичии шабакаи рӯди (дарёи) сусти инкишоф ёфтааст, яъне аз 0,15 то ба 0,60 км<sup>2</sup>, дар дараву водиҳои ғарбӣ (Сардобсой, Уткенсу) ва водиҳои шарқӣ (Аштсой ва Охташсой) зичии шабакаи дарёи 0,40-0,60 км<sup>2</sup> андаке бештар аст. Қисми марказии чанубии қаторкӯҳи Қурама вобаста ба хосиятҳои геологӣ худ боиси кам шудани зичии шабакаи дарёи -0,15 – 0,30 км<sup>2</sup> гардидааст.

Қаторкӯҳи Қурамаро аз ҷиҳати шабакаи гидрографӣ ба ду қисм – ғарбӣ ва шарқӣ тақсим намудан лозим меояд. Қисми ғарбӣ то рӯди Уткенсу соҳти сатҳ хеле зиёд бурида шуда буда, хусусиятҳои денудатсия (харобшавӣ) бартарӣ дорад. Айни замон дар қисми шарқӣ ҳам денудатсия фаъол мегузарад. Сабаби ин ҳолат беғиёҳӣ (луч будани сатҳ), фаъолбудани фарсоиши физикавӣ алоқаманд аст. Дар қисмҳои беш аз 1500 м аз сатҳи баҳр баланд будани водии рӯдҳо шабакаи дарёи зичтар аст, зеро бориш бештар меборад, маҳалҳои аз ин баландиҳо паст буда, бориш кам ва зичии шабакаи дарёи низ кам аст, зеро бориш камтар меборад.

Рӯдҳои нишебии чанубии Қурама аз 25 (р.Аштсой) то 59 км (р.Уткенсу) дарозӣ доранд. Масофаи байни сарчашма то ба ҳамворӣ баромадан аз 16 (р.Ошобсой) то 34 км (р.р.Шайдонсой, Қарамзорсой, Уткенсу) мерасанд. Водии рӯдҳои нишебии чанубу шарқии қаторкӯҳи Қурама асосан пайдоиши тектонию – эрозионӣ доранд. Паҳнии қабри водии рӯдҳо аз якчанд метр то ба 200-300 м мерасанд. Дар поён аломатҳои морфометрӣ, тарзи ғизогирий ва речаи гидрологӣ рӯдҳои калонтарини чанубии қаторкӯҳи Қурама тавзеҳкарда мешавад:

1. **Сардобсой** дар нишеби шимолу ғарбии қаторкӯҳи Қурама воқеъ буда, аз ағбаи Сарим-Сақли аз баландии 1800 м сарчашма мегирад, 33 км дарозӣ ва 239 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад. Рӯди мазкур шохобҳои зиёде дорад, ки ба самти чанубу ғарб ҷорӣ мешавад, вале ба ҳамворӣ баромада меҳӯшқад. Водии рӯд шакли V-ро дорад, гоҳо водӣ васеъ мешавад, гоҳи дигар аз байни тангноҳо мегузарад. Паҳнии миёнаи ҳавзаи рӯд ба 7,25 км мерасад. Баландии миёнаи ҳавзаи рӯд 1200 м-ро ташкил медиҳад, шаҳраки Бӯстонро, ки 400 м баландӣ дорад, резишгоҳи ин рӯд мешуморанд. Ғизогирии рӯди Сардобсой

омехта буда, аз ҳисоби борон, барф ва чашмаҳо, ки аз байни чинсҳои решагӣ мебароянд ба амал меояд. Дар ҳавзаи рӯд ба ҳисоби миёна соли 548 мм бариш ба амал меояд. Масрафи оби рӯд тӯли сол дар худуди калон тағйир меёбад. Бо баробари аз сарғаҳ ба суйи резишгоҳ ҳаракат карда омадани рӯд сарфи он коҳиш меёбад, зеро як қисми об дар байни чинсҳои ковоки аллювиалии ғафс дохил шуда, меравад. Баҳорон ҳангоми серобӣ Сардобсой ва шохобҳои он чинсҳои зиёдеро шуста ба поёноб мебарад. Дарёбодҳои канори рӯд то 5 м баландӣ доранд. Модули обшораи рӯд ба 1,42 л/сон км<sup>2</sup> баробар аст. Дар ҳавзаи рӯди Сардобсой ҳодисаи омадани сел қариб ҳар сол такрор меёбад ва харобиҳои зиёдеро ба бор меоварад. Соли 1960 бо мақсади пешгирии сел селанбор сохта шуда буд, соли 1969 сел рух дода сарбандро хароб намуд. Барои барқарор намудани селанбор ҳарҷоти зиёд лозим шуд. Оби ин рӯд барои корҳои хоҷагӣ сарф мешавад.

**2. Мулломирсой** (Қарахона)-ро дар сарчашмаи Надаксой меноманд, вале дар ҳуҷҷатҳои маъмури бо номи Мулломирсой қайд шудааст. Ин рӯд дар назди деҳаи Даҳана аз кӯҳ ба ҳамворӣ мебарояд. Рӯди Мулломирсой 36 км дарозӣ, 480 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад, баландии сарчашмаи 2470 м, резишгоҳаш дар баландии 600 м воқеъ, шабакаи дарёи ва ҷорӣ ба 0,33 км<sup>2</sup> баробар аст. Харҷи миёнаи об 0,96 м<sup>3</sup>/сон модули миёнаи харҷ ба 6,2 л/сон км<sup>2</sup> мерасад. Маҷрои бе оби дарё то ба кӯли Оқсукон давом мекунад ва танҳо дар давраи басо серобӣ ба кӯл омада мерезад. Ҳангоми ба каналҳои обёрикунанда гирифтани оби рӯд дар давраи камобӣ дар маҷро ҷараёни об хотима меёбад, як қисми дигари он ба зери таҳшонҳои ковок фуру бурда мешавад. Ҳавзаи рӯди дарёи Мулломирсой бештар аз чинсҳои магматикӣ иборат мебошанд. Нисфи ҳавзаи рӯд аз харсангҳо ва сангрезаю сангпораҳо иборатанд, сеяки ҳавзаи рӯдро маҳинхок фарогирифта ба чим ва набототи алафӣ пӯшидашудааст, дар маҳалҳои алоҳида бурс (арча) дучор мешавад.

**3. Шайдонсой (Понғоз)** яке аз рӯдҳои дарозтарафӣ нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Қурама ба ҳисоб меравад ва он ба 74 км мерасад, ҳавзаи обғундорӣ он ба 278 км<sup>2</sup> баробар аст. Сарчашмаи ин рӯд дар баландии 2960 м ва резишгоҳи дар баландии 520 м ҷойгиршудааст, баландии миёнаи ҳавзаи рӯд ба 1521 м баробар аст. Рӯди Шайдон аз нишебиҳои нисбатан баланди қаторкӯҳи Қурама қуллаҳои Охшурани ва Бобои Об (3700 м) сарчашма мегирад. Ҳангоми камоби ин рӯд то ба шаҳраки Шайдон (Шаҳидон) омада мерасад. Маҷрои беоби рӯд то ба кӯли Оқсукон давом кардааст. Қисми зиёди ҳавзаи ин рӯдро чинсҳои эффузивӣ, хоросанг, гранодиоритҳо ва сангпораҳои урэн ташкил медиҳанд. Рӯд 1,5-2 км поёнтари сарғаҳи водӣ ибтидо мегирад, ба рӯдҷаи хурд шабеҳ аст, борҳо дар зери таҳшонҳои шағалию хоросанги фуру рафта боз ба сатҳ мебарояд. Рӯд дар тӯли роҳи ҳаракати худ аз ҳисоби чашмаю шохобҷаҳо пуробтар мешавад. Сарғаҳи водӣ аз дараи танги деворҳои ростфаромадаи кӯҳӣ иборат мебошад. Дар қисми миёнаи водӣ ва бештар дар соҳили рости он заминҳои киштшавандаи нишеб хобрафта иборат аст. Дар ҷунин ҷойҳо бо масофаи калон деҳаҳо ҷойгир шудааст ба ҳам

пайваст гаштаанд, манзараи зеборо ташкил додаанд. Роҳи мошингард бевосита дар канори чапу рости рӯд ҷойгир шудаанд.

Барои қисми миёна ва поёнчараёни рӯд, паҳнии маҳалҳои атроф ба 0,5-1,5 км мерасад. Дар ин маҳалҳо зардолу, себ, нок, ангур ва ғайра инчунин зироатҳои обҷориву сабзавотӣ парвариш карда мешавад.

Харчи миёнаи солонаи оби рӯд ба 1,28 м<sup>3</sup>/сон ва модули харч ба 6,6 л/сон.км<sup>2</sup> баробар аст. Оби рӯдро тавассути шоҳҷуйборҳо ба тарафи чапу рост баҳри қорҳои кишоварзӣ ва таъмини аҳоли бо оби нӯшокӣ истифода мебаранд. Барои ҳамин ҳам харчи (сарфи) об дар поёнчараён коҳиш ёфта ба 0,1-0,3 м<sup>3</sup>/сония мефарояд. Дар маҷрои ин рӯд тӯли фаслҳои гуногун об ҷорӣ мешавад, зеро дар сарғаҳи он барфҳои бисёрсола ҷойгир шуда ба рӯд мунтазам ғизо мебахшад. Баҳорон ва аввалҳои тобистон ин рӯд сероб аст, пасон харчи об коҳиш меёбад. Дар маҷрои рӯд харсангу сангпораҳо бисёранд, онҳоро селобҳои бузург аз сарчашма ба самти поёноб фаровардаанд. Селобҳо бисёрвақт боиси талафоти калони иқтисодию иҷтимоӣ мегарданд. [5.55]

**4. Рӯди Ошоба (ковон)-сой** ба монанди Шайдонсой аз доманаи қуллаи Бобои Об сарчашма мегирад, қариб тамоми ҳавза аз ҷинсҳои кӯҳии интрузивӣ ва эффузивӣ иборат мебошад. Дар ҳавзаи ин рӯд набототи дарахтӣ буттагӣ қариб дучор намешавад, набототи алафӣ дар ҷойҳои алоҳида қитъаҳои хурдро ташкил додаанд, инҷо харсангҳои луч нисфи майдони ҳавзаро фаро гирифтаанд. Рӯди Ошоба 23 км дарозӣ, 108 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад, аз баландии мутлақи 3400 м сарчашма мегирад, резишгоҳаш дар баландии 620 м, баландии миёнаи ҳавза 1933 м мебошад. Харчи миёнаи солонаи об 0,45 м<sup>3</sup>/сон, модули харч ба 5,1 л/сон.км<sup>2</sup> баробар аст. Манбаи ғизогирии ин рӯд боронҳо ва барфҳои мавсимӣ мебошад. Дар ҳавзаи рӯди Ошоба заминҳои киштшаванда бештар буда, боғҳои мевадиханда камтар мебошанд, солҳои охир ба равнақи ин масъала диққат дода мешавад.

**5. Рӯди Ғудос** аз нишебии самти ҷанубу шарқи қуллаи Бобои Об сарчашма мегирад. Қариб тамоми ҳавзаи рӯдро ҷинсҳои интрузивӣ фаро гирифтаанд. Ҳамагӣ 4% ҳавзаи ин рӯдро наботот ишғол намудааст. Ин рӯд дар сарғаҳи худ борҳо ба сатҳи замин баромада, боз дар зери таҳшониҳои аллювиалӣ фуру бурда мешавад. Тобистон оби рӯд аз ҳудуди кӯҳ берун намебарояд, 3-5 км поёнтар аз деҳаи Ғудоси Боло хотима меёбад. Дарозии умумии Ғудос 28 км, майдони обғундор 80 км<sup>2</sup>, сарчашма дар баландии мутлақи 3020 м, резишгоҳ дар баландии 410 м ҷойгир шудааст, баландии миёнаи ҳавза 1686 метрро ташкил медиҳад. Рӯд аз борону барфҳои мавсимӣ ғизо мегирад. Харчи миёнаи солонаи рӯд 0,21 м<sup>3</sup>/сон, модули харч ба 5,6 л/сон. км<sup>2</sup> баробар мебошад. Баъзан хангоми пуробии баҳорӣ оби рӯд то ба канали Фарғонаи Шимолӣ расида онро ба гил ва регу сангрезаҳо пур намуда ба ҳамин зарари калон мерасонад, баҳри тозаву барқрор намудани канал меҳнату маблағи калон сарф мешавад.

Чинсҳои кӯҳии боло оби хавзаи рӯд аз гранадиритҳо иборат мебошад. Дар хавзаи рӯди Ғудос бурсзорҳои (арчазорҳои) сирак дучор мешаванд. Ҳамаги 4% хавзаро наботот фаро гирифтааст. Ин маънои онро дорад, ки хавзаи рӯди Ғудос аз наботот камбағал аст. Аз мушоҳидаҳо маълум мешавад, ки як қисми ғарби рӯд дар тарқишҳои тектонӣ дохил шуда, нопадид мегардад ва ё зери таҳшонҳои алювиалӣ ворид шуда, аз назар пинҳон мегардад. Оби рӯди Ғудосро дехаҳои атрофи он барои корҳои хоҷагӣ истифода мебаранд.

**6. Рӯди Аштсой (Ғауз)** аз доманаи қуллаҳои Акшуран ва Бобои Об сарчашма мегирад. Дарозии рӯд 36 километр буда, майдони хавзаи обғундор 104 км<sup>2</sup>-ро ташкил медиҳад, сарчашмаи рӯд дар баландии 2900 м ва резишгоҳаш дар баландии 480 м ҷойгир шуда аст, баландии миёнаи хавза 2018 метрро ташкил медиҳад. Бештари чинсҳои кӯҳии хавзаро масолеҳи интрузивӣ ва эффузивӣ ташкил медиҳанд. Ҳамаги 4% хавзаро наботот фаро гирифтааст, чоряки ин ҳиссаро бурсҳои сирак ишғол кардаанд. Агар рӯди Шайдонсой ба самти ҷанубу ғарб ҷорӣ шавад, рӯди Аштсой ба самти ҷанубу шарқ ҷорӣ мешавад.

Харчи миёнаи солони оби рӯди Аштсой аз 0,48 то ба 0,73 м<sup>3</sup>/сония тағйир меёбад, модули миёнаи обшора ба 7,0 л/сон.км<sup>2</sup> баробар аст.

Бар хилофи рӯдҳои дар боло тавсиф шуда оби ин рӯд аз доираи кӯҳ берун баромада ба ҳамвориҳои кӯҳдоман омада мерасад, ин масофа ба 3-5 км баробар аст, сонӣ оби рӯд ба зери обовардаҳои пештар оварда шуда пинҳон мешавад. Маҷрои беоби (хушкидаи) Аштсой то ба сангоби (обғалти) дарёи Сир омада мерасад. Оби рӯдро тавассути каналҳои бетон гирифта барои обёрии киштзорҳо сарф мекунанд. Дар сарчашмаи рӯд то тирамоҳ барф боқӣ мемонад. Дар зимистон рӯд низ сероб аст.

**7. Рӯди Охташсой** 45 км дарозӣ 380 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад, аз аз баландии мутлақи 2300 м ибтидо мегирад, дар баландии 510 м хотима меёбад, баландии миёнаи хавза ба 1300 м баробар аст. Дар хавзаи ин рӯд бурсҳои ҷудогона дучор мешаванд, набототи алафӣ сирак аст. Харчи миёнаи солони оби рӯд ба 0,81 м<sup>3</sup>/сония мерасад, модули миёнаи обшора 3,8 л/сон. км<sup>2</sup>-ро ташкил медиҳад. Оби ин рӯдро барои корҳои хоҷагӣ васеъ истифода бурда мешавад.

**8. Рӯди Уткенсу** 59 км дарозӣ, 388 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад аз баландии 2400 м оғоз ва дар баландии 380 м хотима меёбад. Баландии миёнаи хавза ба 1423 м бароб аст.

**9. Рӯди Туя – Буғузсой** 24 км дарозӣ, 218 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад, аз баландии мутлақи 1440 м оғоз меёбад, резишгоҳи он дар баландии 446 м ҷойгир шудааст. Баландии миёнаи хавзаи рӯд 920 метрро ташкил медиҳад.

**10. Рӯди Қаромазорро** дар сарчашмааш Хоҷаулган меноманд. Қисми зиёди сол ин рӯд то ба арзи шаҳраки Адрасмон омада мерасад. Қисми зиёди обро тавассути қубуру каналҳои обёрикунанда мегиранд, қисми дигари об ба зери таҳшониҳои аллювиалӣ дохил шуда нопадид мегардад. Маҷрои хушкидаи (беоби) дуруст коркард шудаи рӯди Қаромазор аз кӯҳ баромада ба

шохаҳо тақсим мешавад, ҳангоми обхезии калон та ба назди мавзеи Сомғар омаданаш мумкин аст.

Оби шохобҳои тарафи рости рӯди Қаромазор Дрешсой (шояд Дарвешсой бошад), Бурагирсой ва ғайра буда чараёни доимии об танҳо дар сарчашмашон дида мешавад, дар поёнчараён оби ин рӯдчаҳо ба зери таҳшониҳои ковок фурӯ бурда мешавад, ва гоҳо пас аз тай намудани масофаи маълум ба сатҳи замин мебароянд.

Ҳавзаи рӯд асосан аз чинсҳои магмавӣ иборат мебошад. Қисмҳои назди шонаи кӯҳ аз харсангоҳи урён иборат буда, поёнтар аз сангрезаву сангпораҳо ташаккул ёфтаанд. Дар баъзе маҳалҳо чим, набототи алафию буттағӣ ва бурс дучор мешавад. Зери маҷрои рӯд бо сангрезаву сангпораҳо ва дигар обовардаҳо фарогирифта шудаанд, қобилияти хуби обгузаронӣ доранд, ғафсиашон ба 5-10 м мерасад. Барои ҳамин ҳам оби барфу борон чараёни сатҳи ҳосил намекунанд.

Дар гузашта дар болооби рӯди Қаромазор маҳалҳои зисти одамон, чӯйборҳо ва мавзеҳои кишту кор вучуд дошт, пасон сокинон ба чойҳои дигар ҳичрат карданд, иншоотҳои ирригатсионӣ хароб гаштанд. Мувофиқи шаҳодати сокинони маҳал серобии баҳории рӯд 1,5 – 2 моҳ давом мекард ва харчи об тақрибан ба 1,5 – 2,5 м<sup>3</sup>/с, вале тобистон ба 0,3-0,4 м<sup>3</sup>/сония мефаромад. Қаромазорсой 55 км дарозӣ, 480 км<sup>2</sup> майдони обғундор дорад, аз баландии мутлақи 2700 м ибтидо мегирад, резишгоҳаш дар баландии 520 м воқеъ, баландии миёнаи ҳавзаи рӯд ба 1568 м баробар мебошад. Харчи миёнаи солонаи оби рӯд ба 0,64-0,75 м<sup>3</sup>/сония мерасад. Ҳангоми боридани боронҳои сели дар водии рӯд сел пайдо мешавад ва баландии ғавҷи сел нисбат ба ҳолати муқаррарӣ 1,5 – 2,0 м баланд меҳезад. [6.113]

Ҳамин тавр маълум мешавад, ки речаи гидрологии рӯдҳои ҷанубии қаторкӯҳи Қурама тафовути маълум доранд ва кӯтоҳу кам обанд, аҳамияти хоҷагиашон маҳдуд мебошад. Дар оянда лозим меояд, ки речаи гидрологии ин рӯдҳо мукамалтар омӯхта чораҳои истифодаи оқилонаи онҳо аз қабилӣ селамбору обанборҳои хурд тавсия дода шавад.

#### **Феҳристи адабиёт**

1. Ашуров С.А. Гидрографические особенности территории Юго – восточного склона Кураминского хребта. Труды Таджикский НИИП.Т.15, вып 1. Душанбе, «Дониш» 1972, с. 250-254.
2. Ильин И.А. Водные ресурсы Ферганской долины. Ленинград – 1959.
3. Очилов Ҳ., Абровов Ҳ. Об ҳаёт аст. Хуҷанд. 2003.
4. Турдиев Т.М. Пределы неаналогично – гетеромасштабные природные бободжон Гафуровского района (Северный Таджикивстан) Худжанд – 2010.
5. Ходжаев М.Х. Водноэкологические проблемы Северного Таджикистана. Москва – 1996.
6. Таджикистан (Природа и природные ресурсы). – Душанбе: Дониш, 1982.

#### **ГИДРОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОЯВЛЕНИЕ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ПРИМЕРЕ РЕК ЮЖНОГО СКЛОНА КУРАМИНСКОГО ХРЕБТА**

**Аннотация:** в статье описаны природно-географические условия формирования, влияние климатических изменений на состояние гидрологического режима рек южных склонов Курамского хребта, виды питания, сельскохозяйственное использование, способы и методы их эффективного использовать.

На северной границе Республики Таджикистан расположены горный хребет Курама и гора Мевагул, которые относятся к западной горной цепи Тянь-Шаня. Курама в силу своего географического положения, формирования гидрографии и гидрологического режима рек ее южного склона уникальна и сильно зависит не только от геологического строения и орографии, но и от климата. Продолжительность жаркого сезона до 260 дней на равнинах и 200 дней на высоте 2000 м, а продолжительность температуры выше 100 м на равнинах 220 дней в горах. Осадки выпадают на большей части этой провинции в виде дождя, снежный покров держится только до 30 дней. Южный склон хребта Курама и его откосы скудно покрыты растительностью, но в зависимости от высоты постепенно меняют свое место в сторону горного хребта. Южные реки Кураминского хребта до сих пор досконально не изучены, так как большинство из них местного значения, их экономический потенциал недостаточен, к сожалению, нет хороших возможностей для масштабных энергетических и ирригационных сооружений.

**Ключевые слова:** реки, гидрологический режим, питание, поток, источник, водосбор, типы питания, аллювий, гранидиориты, диориты, эра, палеозой, пролювиальный, аккумуляция, денудация, морфометрический, аллювиальный, магматический, мелководный.

#### HYDROLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS AND MANIFESTATION OF WATER AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS ON THE EXAMPLE OF THE RIVERS OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE KURAMINSKY RIDGE

**Annotation:** the article describes the natural and geographical conditions of formation, the impact of climate change on the state of the hydrological regime of the rivers of the southern slopes of the Kuram Range, types of food, agricultural use, methods and methods for their effective use.

On the northern border of the Republic of Tajikistan are the Kurama mountain range and Mevagul mountain, which belong to the western Tien Shan Mountain range. Kurama, due to its geographical position, the formation of hydrography and the hydrological regime of the rivers of its southern slope, is unique and strongly depends not only on the geological structure and orography, but also on the climate. The duration of the hot season is up to 260 days on the plains and 200 days at an altitude of 2000 m, and the duration of the temperature above 100 m on the plains is 220 days in the mountains. Precipitation falls in most of this province in the form of rain, snow cover lasts only up to 30 days. The southern slope of the Kurama Range and its slopes are sparsely covered with vegetation, but depending on the height, they gradually change their place towards the mountain range. The southern rivers of the Kuraminsky Range have not yet been thoroughly studied, since most of them are of local importance, their economic potential is insufficient, unfortunately, there are no good opportunities for large-scale energy and irrigation facilities.

**Keywords:** rivers, hydrological regime, feeding, flow, source, catchment, feeding types, alluvium, granidiorites, diorites, era, Paleozoic, proluvial, accumulation, denudation, morphometric, alluvial, igneous, shallow.

#### ЖИДКИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ В ОБМЕН НАЧИСТЕЙШУЮ ПИТЬЕВУЮ ВОДУ САРЕЗА, СОБЛЮДАЯ ЭКОЛОГИЮ

Бахриев С.Х.<sup>1</sup>, Умирзоков А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Национальной академии наук Таджикистана,

<sup>2</sup>Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими.

**Аннотация:** Статья посвящена актуальной задаче, связанной с повышением эффективности транспортировки как жидких, так и твердых грузов путем исключения порожней езды транспортного средства за счет применения регулируемого гофрированного кузова, позволяющего повысить коэффициент использования фактической грузоподъемности универсального автомобиля до 0,90 – 0,95.

**Ключевые слова:** озеро Сарез, грузовой автомобиль, коэффициент загрузки, грузоподъемность, энергоёмкость, производительность.

**Введение.** Таджикистан занимает одно из ведущих мест в мире по запасам питьевой воды и правительство страны убеждено, что создание экономического механизма взаимного перемещения, водных и энергетических ресурсов между странами верховья, богатых водными ресурсами и странами низовья, где в основном расположено углеводородное сырье, способствовало бы долгосрочному взаимовыгодному сотрудничеству между странами.

Правительство Республики Таджикистан, выдвинув идею использования запасов чистой воды Сарезского озера для нужд населения всех заинтересованных в этом, регионов и стран, предложило некоторые способы реализации этой идеи.

Для ясности приведем некоторые параметры Сарезского озера: длина составляет 55,8 км, наибольшая ширина – 3,3 км, средняя ширина - 1,44 км, площадь зеркала воды – 80 км<sup>2</sup>, средняя глубина - 201,8 м (максимальная-500 м), объем воды около-17км<sup>3</sup>[6].

Сразу после случившейся катастрофы были начаты исследования по выяснению причин образования природного Усойского завала. Первые более подробные исследования Сарезского озера и Усойского завала начались, почти через три года, в 1913 году [7,8].

Первым геологом, обследовавшим Усойский завал, был профессор Преображенский И.А. В 1915 г. он провел детальные исследования Усойского завала, описал его размеры, причину и способ образования. Он поддержал мнение, высказанное Шпилько В.А. об устойчивости образовавшейся плотины [7,8].

Суммарный среднегодовой приток воды в Сарезское озеро достигает 1,506км<sup>3</sup>, а сток воды из озера по данным гидрологического поста Барчидев составляет 1,504км<sup>3</sup>. Расход воды осуществляется, её фильтрацией сквозь завал. Вода фильтруется из 53 довольно мощных родников вытекающих, из тела завала, с общим многолетним средним расходом 45,6 м<sup>3</sup>/с (фото 1 и 2).



Фото 1.



Фото 2.

Этот показатель колеблется от 84,4 м<sup>3</sup>/с (27.08.1956 г.) до 28,1 м<sup>3</sup>/с (16.09.1950 г.) (Лим и др., 1999 г.). После фильтрации воды сквозь тело

Усойского завала в виде мощных родников, река Мургаб продолжает свой сток и сливаясь с рекой Кудара образует реку Бартанг (фото 3) – один из правых притоков реки Пяндж [6].

Анализ данных об уровне воды в Сарезском озере показывает (рис.1), что по сравнению с уровнем воды на 07.09.2016г., наблюдалось повышение уровня до отметки 3263,48 м над уровнем моря. Это объясняется тем, что в зимне – весенний период 2016 – 2017 гг. в районе водосбора озера выпало на 30 – 50% больше снега средней многолетней нормы (рис.1). В связи с повышением уровня воды в озере увеличился и расход воды из озера Сарез, который на 01.01.2017 г. составил около  $64\text{ м}^3/\text{с}$  по сравнению с этим же периодом времени 2016 г. на –  $9,0\text{ м}^3/\text{с}$  больше, что является вполне допустимым, так как не превышает норму.

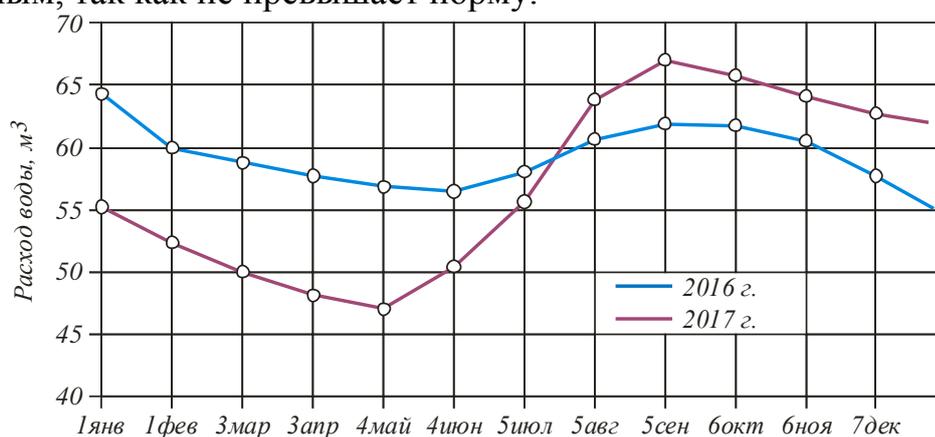


Рисунок 1 – Уровень воды Сарезского озера в 2016 – 2017 гг. (по данным Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан).

Забор питьевой воды, вытекающей из озера Сарез, необходимо производить при строжайшем соблюдении экологических норм и без вмешательства в природу озера (фото 3 –5).



Фото 3.



Фото 4. Населенный пункт Барчидев. Фото 5. – Река Мургаб.

### Инновационность способа. Цель и основная задача

Мы предлагаем вывоз воды следующим образом:

- так как населенный пункт Барчидев (Фото 3 и Фото 4) находится у автомобильной дороги и река Мургаб, вытекающая из озера (Фото 3 и Фото 5) имеет достаточный объем, и тогда воду можно было – бы брать прямо из реки согласно схеме приведенной на рис. 2.

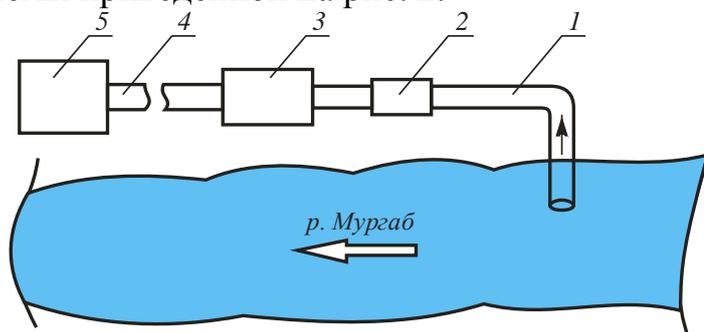


Рисунок 2. – Схема забора воды из реки Мургаб: 1- заборный шланг, 2- фильтр, 3- насос, 4- заливной шланг, 5- транспортное средство (автоцистерна).

- необходимо поставить небольшой насос-3 с фильтром-2 (по обочине дороги проходит линия электропередачи Памирской ГЭС);
- вода закачивается в транспортное средство-5 для перевозки как жидких, так и твердых грузов, а предлагаемое нами транспортное средство способно перевозить два вида жидких груза, и при отсутствии же таковых, может перевозить различные твердые грузы (Патент № 038094 Евразийского патентного ведомства и МП № ТЈ 1118 Республики Таджикистан);
- транспортировка питьевой воды, этим транспортным средством позволяет, не нарушая экологию (совершенно исключается промывка емкости перед заливкой питьевой воды в емкость) и чистоту воды, доставлять её потребителю.

Поставленная задача может быть решена применением универсального транспортного средства, для перевозки как жидких, так и твердых грузов (согласно изобретению Бахриева С.Х. и др.) [1,2].

Эти изобретения относятся к транспортным средствам и могут быть применены в конструкциях цистерн и контейнеров, для перевозки жидких и твердых грузов.

Транспортировка жидких грузов, особенно воды малоэффективна, так как обратно цистерна (контейнер) обычно идёт порожняком. При транспортировке другой жидкости, например, жидкого топлива и особенно в обратном порядке после транспортировки ГСМ, необходимо использованную цистерну тщательно мыть, для того чтобы перевезти в ней питьевую воду или вино и т. п. [5].

В озерах Республики Таджикистан содержится около 20 км<sup>3</sup> пресной воды высочайшего качества и одно из них – это озеро Сарез. Поэтому транспортировка воды из озера Сарез в другие страны с максимальной

загрузкой транспорта, при его обратном ходе затруднительна и решение данного вопроса является весьма важным и актуальным [4,5].

Основным недостатком является узкая специализация, т. е. это либо бензовоз или водовоз, либо грузовик. Недостатков существующих способов транспортировки заключаются в том, что они имеют низкий коэффициент загрузки 0,45-0,5, т. к., в основном, обратная езда является холостой, т. е. без груза [5].

Уменьшение массы транспортного средства и усовершенствование его конструкции, позволяющее перевозить и жидкие и твердые грузы, решается путем установления двух гофрированных резервуаров из полимерного материала (рис. 3).

Транспортное средство состоит из шасси 1 на базе грузового автомобиля, в начале и в конце платформы, которой симметрично установлены два гофрированных резервуара 2, выполненных из термостойкого, эластичного и достаточно прочного полимерного материала. Резервуары имеют теплоизоляционную защиту 3. Резервуары 2, с одной стороны, имеют баки 4 с заливными горловинами 5 и сливными кранами 6. На платформе транспорта в начале, середине и в конце жестко установлены металлические арки 7, в верхнюю и нижнюю части которых жестко вмонтированы по две направляющие 8. Металлические трапецеидальные держатели 9, имеющие ролики 10, аналогично жестко прикрепленные к верхней и нижней частям резервуара 2, надеты на направляющие 8 трапецеидального профиля. Гофры резервуара 2 внутри выпуклой стороны оборудованы поперечными волнорезами 11, имеющими отверстия 12 в нижней части.

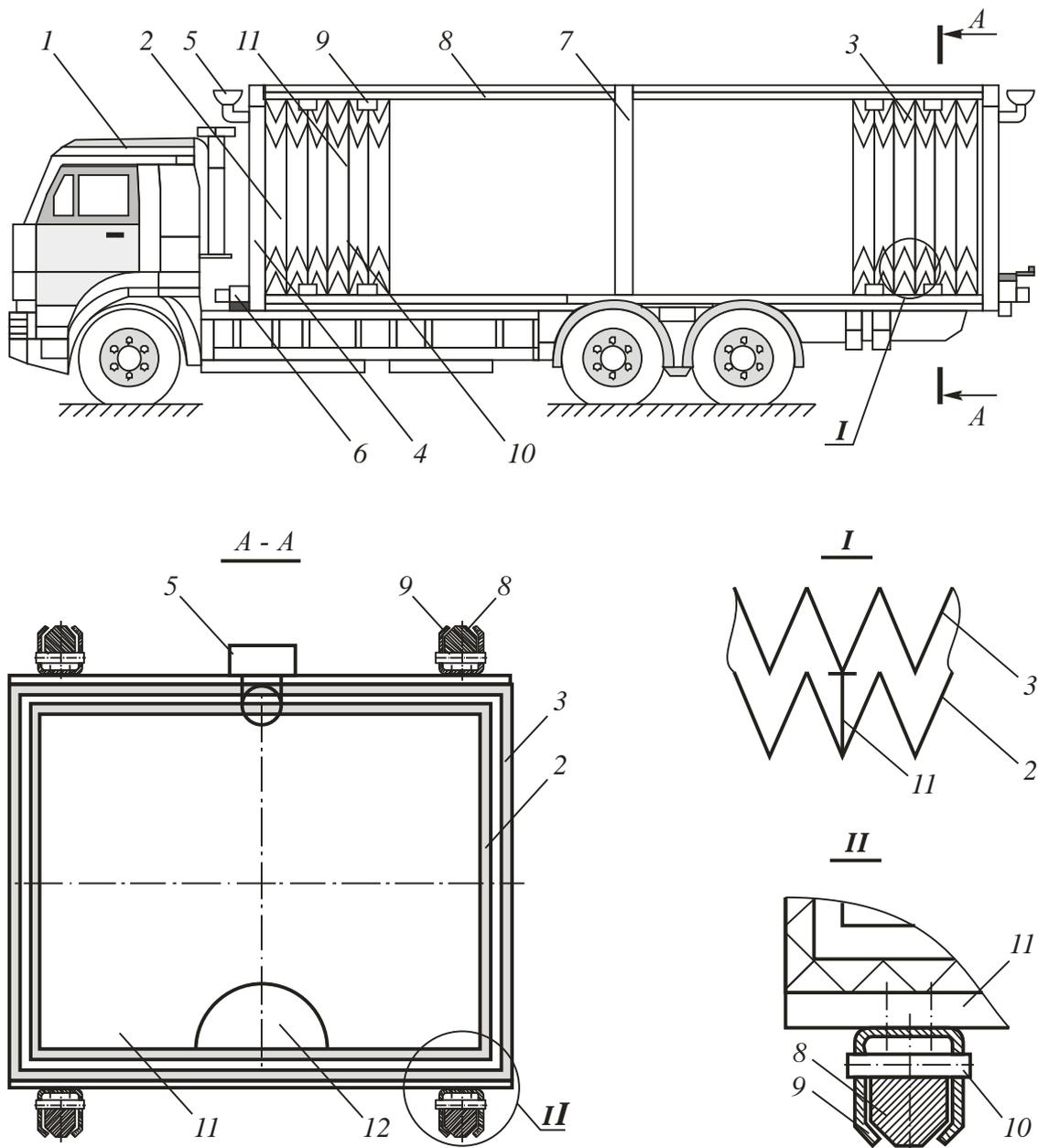


Рисунок 3. Транспортное средство в сборе: 1 – грузовой автомобиль; 2 – гофрированные резервуары; 3 – защита теплоизоляционная; 4 – баки; 5 – заливные горловины; 6 – сливные краны; 7 – металлическая арка; 8 – направляющая; 9 – держатель; 10 – ролик; 11 – поперечные волнорезы; 12 – отверстия; 13 – ограничители.

Количество устанавливаемых держателей 9 и волнорезов 11 зависит от объема резервуаров 2. При этом предназначенный для перевозки жидкий груз через баки 4 и горловину 5 заливается в первый сжатый гофрированный резервуар 2 с гофрированным теплоизолятором 3. Гофрированный теплоизолятор имеет ограничители 13 не позволяющие соприкоснуться теплоизолятору с основной емкостью. Закрепленные к гофрам резервуара 2 держатели 9 с роликами 10, перемещаются по направляющим 8, прикрепленным к аркам 6, позволяют резервуару постепенно и без колебаний разжиматься по мере заполнения.

Подача жидкого груза прекращается, как только задняя стенка заполненного резервуара 2 упрется в переднюю стенку другого сжатого резервуара, служащего для перевозки другой жидкости, отличающейся по химическому составу от первоначально перевозимого груза первым резервуаром.

Во время перевозки волнорезы 11 и их отверстия 12 гасят колебания жидкости в резервуарах 2, тем самым, снижая силу гидравлического удара о его стенки и уменьшая вероятность опрокидывания транспортного средства.

После доставки груз сливается через сливной кран 6.

Заполнение и перевозка жидкого груза вторым резервуаром осуществляется аналогично первому.

В случае отсутствия жидких грузов, пространство между сжатыми резервуарами, может быть использовано для транспортировки твердых грузов. При этом, количество порожних поездок транспорта практически исключаются и коэффициент использования фактической грузоподъемности универсального автомобиля увеличивается от 0,90 до 0,95, что способствует повышению энергоемкости грузоперевозок. Энергоемкость автотранспортных средств зависит от таких факторов как: конструктивная особенность автомобиля (грузоподъемности, топливной экономичности, коэффициента загрузки и др.), дорожные условия, стиль езды (бережливое и агрессивное), климатические условия эксплуатации, а также организация перевозок. При этом повышение энергоемкости грузоперевозок в значительной степени зависит от конструкции автомобиля, которая, в данном случае, удачно решена применением универсального автомобиля для перевозки жидких и твердых грузов.

Энергоемкость – это энергия, расходуемая на перевозку груза данным АТС, которая определяется из выражения:

$$\mathcal{E} = 100 G_m \rho_m H_u / W_{ac}, \text{ (кДж/т·км)} \quad (1)$$

где  $G_m$  – часовой расход топлива, л/ч;  $\rho_m$  – плотность топлива, кг/л;  $H_u$  – теплотворная способность топлива, кДж/кг,  $W_{ac}$  – часовая производительность автомобиля, т·км /час.

Под производительностью грузового автомобиля понимается количество перевезенного груза в тоннах за единицу времени. Если автомобиль работает с постоянной нагрузкой, то его производительность за один час работы  $W_{ac}$  определяется из выражения:

$$W_{ac} = q_n \cdot V_m \cdot \gamma_\phi \cdot n_e, \text{ т·км/ч} \quad (2)$$

где  $q_n$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;  $V_m$  – средняя техническая скорость автомобиля, км/ч;  $\gamma_\phi$  – коэффициент использования фактической грузоподъемности автомобиля;  $n_e$  – число ездов с грузом.

Так как продолжительность цикла транспортного процесса складывается из времени движения автомобиля и времени простоя под погрузкой и разгрузкой, то, учитывая технико-эксплуатационные условия организации перевозки, время, затрачиваемое на один транспортный цикл  $t_u$ , определяется выражением:

$$t_u = t_d + t_{np} = L_{ez} / V_m \cdot \beta_e + t_{np} = (L_{ez} + V_m \cdot \beta_e \cdot t_{np}) / V_m \cdot \beta_e, \text{ ч} \quad (3)$$

где  $t_u$  – время движения автомобиля за один цикл, ч;  $t_{np}$  – время простоя автомобиля под погрузкой и загрузкой за один цикл, ч;  $L_{ez}$  – длина ездки с грузом, км;  $V_m$  – техническая скорость автомобиля, км/ч;  $\beta_e$  – коэффициент использования пробега.

С учетом того, что при использовании универсального автомобиля за ездку перевозится максимальное количество груза, то производительность автомобиля определяется из выражения:

$$W_{ач} = q_u \cdot V_m \cdot \gamma_{\phi} \cdot \beta_e / (L_{ez} + V_m \cdot \beta_e \cdot t_{np}), \text{ т} \cdot \text{км} / \text{ч} \quad (4)$$

Как правило, подвижной состав универсальных автомобилей выполняет перевозки как жидких, так и твердых грузов по маятниковым и кольцевым маршрутам. На маятниковом маршруте подвижной состав проходит все погрузочно-разгрузочные пункты при движении по одной трассе в прямом и обратном направлениях: в одном направлении; в обоих направлениях; в одном направлении и не на полное расстоянии, в другом направлении; в обоих направлениях с регулируемым объемом кузова для перевозки жидких и твердых грузов (рис.4).

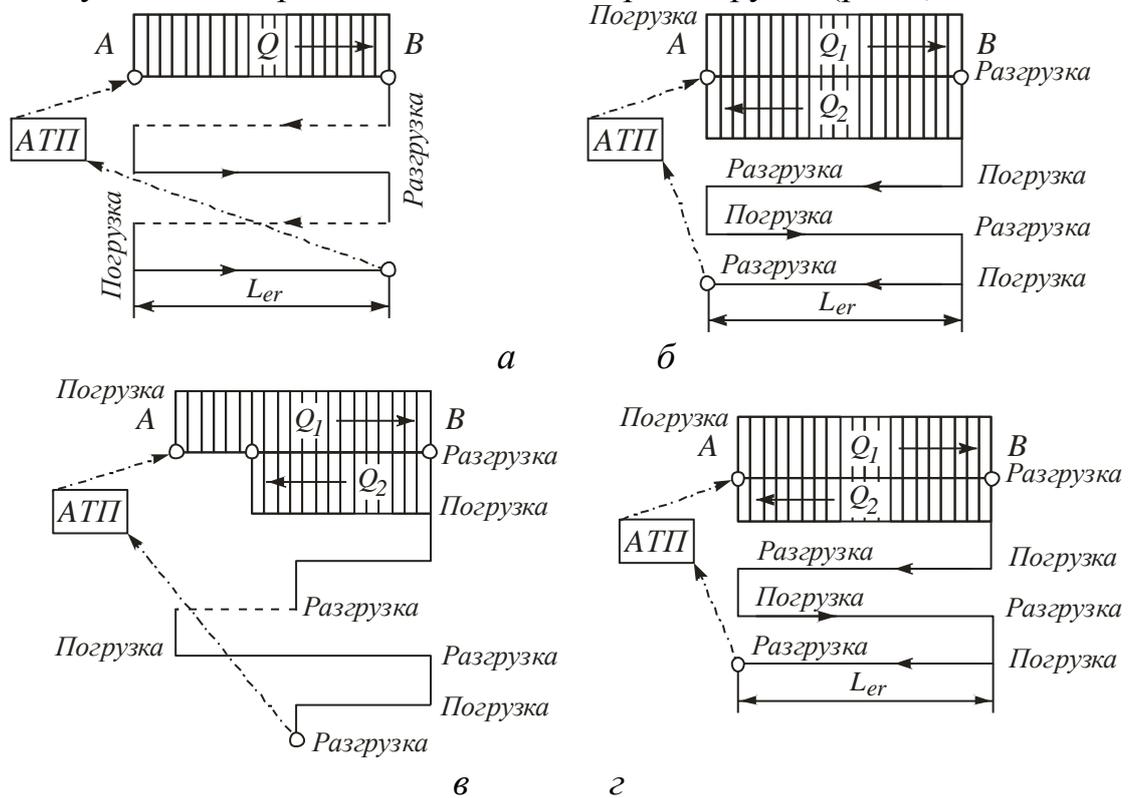


Рисунок 4. Маятниковый маршрут с перевозкой груза: *а* – в одном направлении; *б* – в обоих направлениях; *в* – в одном направлении и не на полное расстояние в другом направлении; *г* – в обоих направлениях с регулируемым объемом кузова для перевозки жидких и твердых грузов.

С учетом выражения (4) для маятникового маршрута движения универсального автомобиля при перевозке жидкого груза в прямом и твердого – в обратном направлениях, энергоёмкость грузоперевозок определяется из выражения

$$\mathcal{E} = 100 \cdot G_m \cdot \rho_m \cdot H_u \cdot (L_{ez} + V_m \cdot \beta_e \cdot t_{np}) / q_u \cdot V_m \cdot \gamma_{\phi} \cdot \beta_e, \text{ (кДж/т} \cdot \text{км)} \quad (5)$$



2. Бахриев С.Х. и др. Патент Евразийского патентного ведомства № 038034. – Транспортное средство для перевозки, как жидких, так и твердых грузов. – М.: 2021. – 4с.
3. Водные ресурсы Таджикистана (Буклет Министерства энергетики и водных ресурсов РТ, 2016).
4. Холджураев Х. Ирригационная цивилизация Таджикистана XX века. – Худжанд: ООО «Умед», 2003, - 514с.
5. Миронюк С.К. Использование транспорта в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1982.
6. Озеро Сарез (История исследований, физико-географическая характеристика, геологическое строение и сейсмичность). – Душанбе: «Дониш», 2018. – 70 с.
7. Рахими Ф., Оймухаммадзода И. С., Ищук А.Р. и др. – Сарезское озеро. – Душанбе: 2007. – 234с.
8. Шпилько Г.А. Землетрясение 1911 года на Памире и его последствия. – «Изв. Туркестанского отд. рус. геогр. об-ва», т.10, вып. 1, 1914.

#### **ЗАХИРАҶОИ ЭНЕРГИЯИ МОЕЪ БА ИВАЗИ ОБИ ТОЗАИ НҶШОКИИ САРЕЗ, БО РИОЯИ ЭКОЛОГИЯ**

***Аннотатсия:** мақолаи мазкур ба масъалаи мубрам, ки бо баланд бардоштани самаранокии кашонидани чи борӣ моеъ ва чи сахт бо роҳӣ аз байн бурдани гашти холии воситаи нақлиёт аз ҳисоби танзими кузови гофрӣ ба миён омадааст ва дар натиҷа коэффитсиенти бобардорири автомобили универсалиро то 0,90 – 0,95 зиёд мекунад.*

***Калидвожаҳо:** кӯли Сарез, автомобили боркаш, коэффитсиенти боркунӣ, қобилияти борбардорӣ, зунҷоии энергия, маҳсулноқӣ.*

#### **LIQUID ENERGY RESOURCES IN EXCHANGE OF THE CLEANEST DRINKING WATER OF SAREZ, OBSERVING THE ECOLOGY**

***Annotation:** the article is devoted to an urgent task related to increasing the efficiency of transportation of both liquid and solid cargo by eliminating empty driving of a vehicle through the use of an adjustable corrugated body, which allows increasing the utilization factor of the actual load capacity of a universal car to 0.90 – 0.95.*

***Keywords:** lake Sarez, truck, load factor, load capacity, energy intensity, productivity.*

#### **ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАСКАДА ГЭС НА РЕКИ ВАХШ И ИХ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ**

**Маджиди М., Ищук Н.Р., Ашуров А.И., Исломова М.Ш.**

*Научно-исследовательский центр Государственного комитета по  
земельному управлению и геодезии Республики Таджикистан*

***Аннотация:** В данной статье отражены результаты геодезической исследования территории каскада ГЭС на реки Вахш, полученные в ходе полевых и экспедиционных работ. Результаты, полученные в ходе полевых работ и экспедиционных наблюдений, сравнительно анализированы с результатами дистанционного мониторинга. В ходе исследования было выявлено, что для повышения точности измерений движений геодезических реперов на территории каскада ГЭС на р.Вахш необходимо собрать*

*методики, которые используются различными исследователями, рассмотреть их применительно к геологическим условиям изучаемой территории. Также необходимо приобрести современное программное обеспечение для обработки данных спутниковых GPS-измерений.*

**Ключевые слова:** *геодезия, тектоника, репер, GPS, каскад, ГЭС, Нурек, Рогун, Вахи.*

При проведении комплексных исследований с целью изучения тектонических движений, разработки методов поиска прогностических признаков подготовки крупных землетрясений, микросейсмрайонирования, прогнозирования техногенных процессов и их последствий до свершения непредсказуемых техногенных явлений и катастроф, наряду с другими методами приобретают важнейшее значение высокоточные геодезические работы. Они позволяют с высокой точностью и частотой опроса проводить повторные наблюдения за местоположением пунктов плановых и высотных сетей, количественную обработку и анализ накопленных данных.

Важную роль при этом играют спутниковые методы позиционирования. Их достоинствами являются: измерения с применением GPS-оборудования можно производить в любое время суток, при любой погоде и при отсутствии прямой оптической видимости между реперами; мониторинг смещений и деформаций можно производить без непосредственного присутствия оператора, так как в данном случае используются полностью цифровые технологии, и приборы работают в автоматическом режиме; в результате мониторинга в заранее заданный момент времени одновременно определяются все три координаты. Повышенный интерес к изучению геодинамических явлений проявляется, как правило, в зонах строительства и эксплуатации крупных инженерных сооружений, а также на территориях крупных городов.

По скорости и масштабам распространения современные движения земной поверхности (СДЗП) делятся на следующие виды:

- медленные или вековые (наблюдаются практически повсеместно со скоростью первых миллиметров в год). Эти фоновые суммирующие (результатирующие) движения наиболее полно отражают общую тенденцию современной геодинамики. Современные медленные движения земной поверхности имеют вертикальные и горизонтальные составляющие, скорости которых различны и зависят, главным образом, от тектонического типа региона, строения и местоположения участка земной коры;

- средние или предвестниковые (наблюдаются в сейсмоактивных районах со скоростью порядка 10 мм/год и более);

- быстрые или сейсмические, т. е. движения, сопровождающие землетрясения и извержения вулканов; величины этих движений достигают метра и более в зависимости от силы землетрясения или извержения.

Наиболее распространённым методом изучения движений земной коры, дающим количественные характеристики её смещений, являются геодезические методы. Геодезические методы изучения современные

движения земной поверхности (СДЗП) дают наиболее полную и объективную информацию, позволяющую не только фиксировать происходящие процессы, но и прогнозировать их. Геодезические методы применяются для выявления горизонтальных и вертикальных смещений отдельных участков земной поверхности. Для изучения современных движений земной коры применяют повторные триангуляции и измерения линий базисов. Основным методом определения современных горизонтальных движений земной поверхности (СГДЗП) является построение линейно-угловой сети и траверсов полигонометрии. Измерения в линейно-угловых сетях выполняют с точностью триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1 и 2 классов. Наиболее точным методом изучения вертикальных движений является метод повторного высокоточного нивелирования. Повторные высокоточные нивелирные геодезические измерения дают возможность установить скорость современных вертикальных движений. Геодезические измерения помогают определить степень активности отдельных тектонических разломов, что является первостепенным значением для сейсморайонирования регионов. Проводимые повторно в одних и тех же местах, они позволяют оценивать в абсолютных величинах смещения за известный период времени.

Под термином «Геодинамический полигон» понимается целесообразно выбранная территория, на которой выполняются геодезические, астрономические, гравиметрические и геофизические наблюдения, данные, которых используют для определения движения пунктов земной поверхности. Геодинамические полигоны иногда называют «модельными областями». Геодинамические полигоны ГЭС создаются в районах строительства и эксплуатации крупных гидроэнергетических комплексов, расположенных в зонах повышенной сейсмичности. Основная их цель – изучение характера деформации ложа водохранилищ под действием нагрузки водных масс и поиск возможных предвестников «плотинных землетрясений». Результаты измерений и их анализ показали, что на ряде объектов зафиксированы подъёмы береговой линии при наполнении водохранилища (10-15 мм) до 2/3 объёма. Граница поднятия до 5 км от берегов. На крупных гидроузлах вертикальные подвижки могут прослеживаться на удалении от водохранилища до 10-15 км. Наполнение водохранилища изменяет расстояние между берегами, и этот процесс носит сложный характер.

В изучении деформаций земной коры первостепенное значение имеет качество измерений и точность их результатов. В связи с этим к геодинамическим полигонам предъявляются высокие требования:

- надёжная закладка пунктов сети;
- высокоточные измерения на полигоне с применением современных методик наблюдений;
- надёжная обработка полученных измерений;
- достоверность полученных результатов наблюдений.

Геодезические построения на ГДП соединяются с государственной геодезической сетью (ГГС) для получения пунктов в единой системе координат.

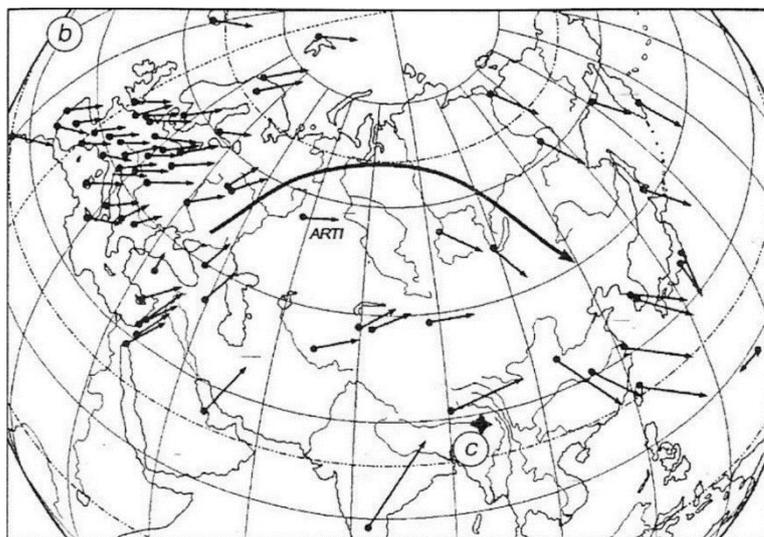
Исследование деформаций земной поверхности в мониторинговом режиме, подразумевает многократное, от цикла к циклу, выполнение точных геодезических измерений на одних и тех же пунктах сети, по одной программе работ с дальнейшим анализом изменений геометрических взаимосвязей между пунктами.

Для успешного применения комплексов спутниковой геодезии при изучении процесса деформирования большое значение имеет организация и планирование полевых работ. Процедура наблюдений на пунктах выбирается в зависимости от числа имеющихся приёмников, пунктов наблюдений, типа сети, необходимости привязки вновь создаваемой сети к существующей. В результате планирования определяются промежутки времени благоприятные и неблагоприятные для производства наблюдений

*GPS – технологии стали основным средством наблюдений при построении глобальных, региональных и локальных геодинамических сетей.* Однако, GPS-наблюдения в настоящее время не дают точность в определении высот равную точности нивелирования I и II классов, и поэтому последние остаются основными методами определения вертикальных движений земной поверхности. Спутниковые методы позволяют получать геодезические высоты, относящиеся к поверхности выбранного эллипсоида, которые существенно отличаются от нивелирных высот. Как свидетельствуют экспериментальные данные, такие расхождения даже на участках сравнительно небольших размеров могут достигать 40 см и более. Для решения отмеченной проблемы в создаваемые сети включают пункты с известными из нивелирования высотными отметками.

Технология выполнения работ по производству съёмок подробно рассмотрена в «Инструкции по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS», ГКИНП (ОНТА)-02-262 – 02, – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 124 с.

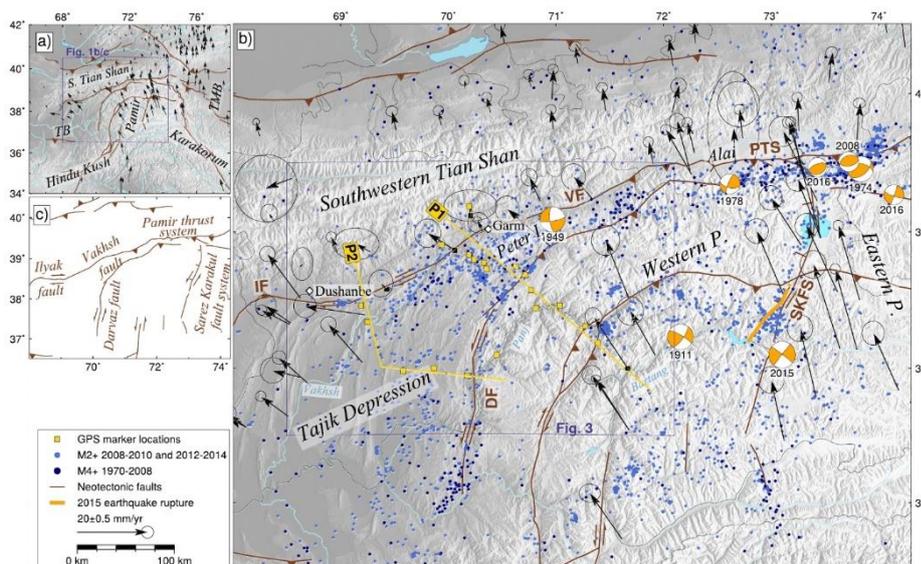
Построенная на основании данных глобальной GPS-сети карта векторов движения основных блоков Евро-Азиатского континента (рис.1) показывает, что генеральным направлением движения Европейской части континента является северо-восточное. По мере продвижения станций на восток северная составляющая движения уменьшается, и приблизительно на долготе Новосибирска направление движения меняется на южное. Движение крайних точек континента имеет явно выраженное юго-западное направление, т. е. наблюдается вращение Евро-Азиатского континента вокруг точки, расположенной в пределах горного массива Гималаи-Тибет [1].



**Рис.1.** Векторы движений основных блоков Евро-Азиатского континента

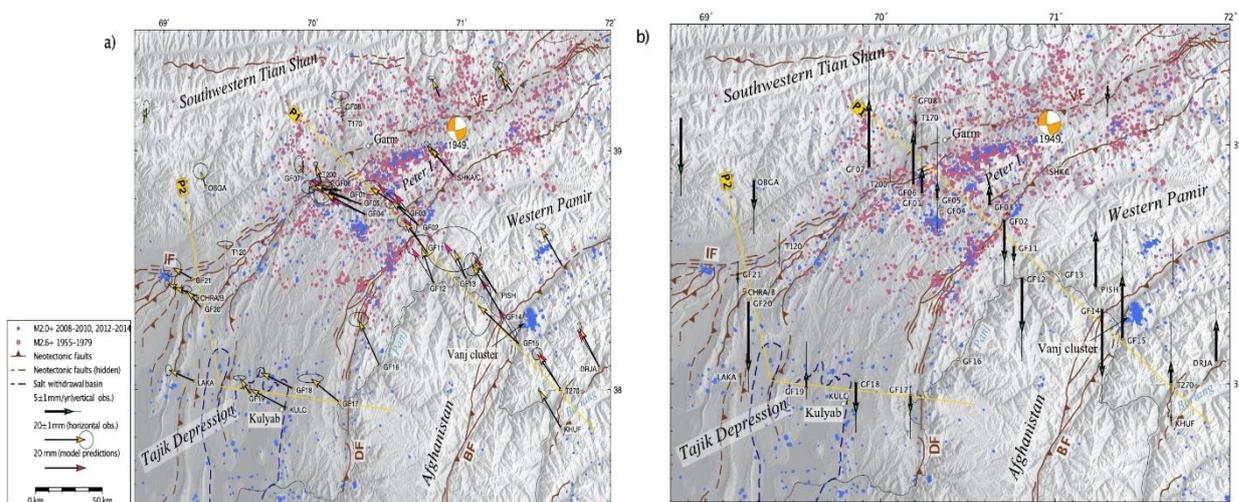
Данные же других исследователей [3, 4] показывают другую картину движения векторов (рис.2, 3). Здесь движения направлены с ОВ на СЗ, что вполне согласуется с геологической структурой района: все надвижки имеют падение на ЮВ и направление движения их на СЗ.

Данные инструментальных наблюдения на реперах Нурекской и Рогунской ГЭС отличаются от данных движений, измеренных с помощью GPS.

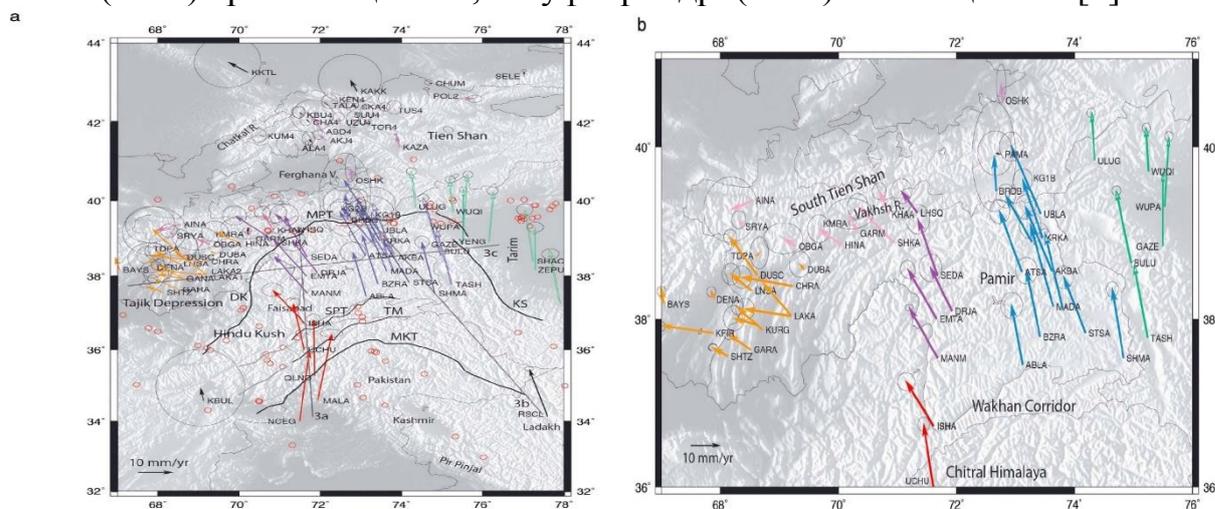


**Рис.1.** (а) Тектоническая обстановка и основные тектонические структуры Памира (в коричневом, Шурр и др., 2014) и опубликованные данные GNSS (Евразия-фиксированные стрелки, Ищук и др., 2013; Мохаджер и др., 2010; Зубович) и др., 2010). ТБ – Таджикский бассейн; ТМВ – бассейн Тарима. (б) Крупный план (а), с выделением основных активных разломов и их смысла скольжения. (с) Крупный план (а), на котором отмечены (повторно) измеренные точки ГНСС, установленные в 2013 г. (жёлтые квадраты) или ранее (черные) по профилям Р1 и Р2, сейсмичность, наблюдаемая

региональной сетью (2008-2010 и 2012-2014 гг., ярко-синий, Куфнер и др., 2018 г.) и по телесеismicке (1970-2008, тёмно-синий, Энгдаль и др., 1998) механизмы очагов инструментально зарегистрированных землетрясений М<sub>б</sub>-7 (Девонский и др., 1981; Экстрем и др., 2012; Куликова и др., 2015; Сиппл. и др., 2014 г., и протяжённость разрыва Сарезского землетрясения с магнитудой M<sub>w</sub>7,2 (оранжевая линия, Мецгер и др., 2017 г.). ДР – Дарвазский разлом, ВР – Вахшский разлом, ПНС – Памирская надвиговая система, СКРС – Сарез-Каракульский система разломов [4].



**Рис.2.** Горизонтальная и (б) вертикальная скорости GNSS, измеренные в период с 2013 по 2015 год с 20 неопределённостями в Евразийской системе отсч`та (Аль-Тамими и др., 2017). Розовые стрелки (а) — смоделированные показатели. Обратите внимание на разные шкалы ставок в (а) и (б). Жёлтыми линиями отмечены профили P1 и P2, коровая сейсмичность Гамбургер и др. (1992) красным цветом, а Куфнер и др. (2018) синим цветом [4].



**Рис.3.** (а) Региональные скорости относительно Евразии. Эллипсы ошибок показывают 95% доверительный интервал. Векторы имеют цветовую кодировку по географическому региону; незаштрихованные стрелки взяты из Zubovich-a и другие (2010). Красные кружки — эпицентры землетрясений из Энгдаль и Вильясеньор (2002). Разломы, обсуждаемые в тексте, показаны черным цветом и помечены следующим образом: ГКН – Главный

Каракорумский Надвиг; ТМ – разлом Тирич-Мир; ЮПН – Южно-Памирский Надвиг; ДК – Дарваз-Каракульский разлом; ГПН – Главный Памирский Надвиг. (б) Как и на рисунке 1а, для Памирской и Таджикской впадин [3]

Так, в районе Нурекской ГЭС вертикальные смещения составляют от 4 до 18 мм, а фоновые вертикальные движения составляют 2.5см/год. Смещение реперов наиболее активно происходит в период наполнения водохранилища, причём векторы смещения в этот период направлены навстречу друг другу и смещение достигает значений 9-20см. В период спуска воды в водохранилище эти значения снижаются до фоновых. По высоте смещения меняются от 9 мм до 81 мм.

По данным GPS-измерений вертикальные смещения изменяются от 58 мм до 159 мм, а горизонтальные – от 52 мм до 79 мм. Получается, что спутниковые GPS-измерения значительно превышают значения инструментальных наблюдений.

В пределах створа плотины Рогунской ГЭС проводились геодезические измерения как по реперам, расположенных на поверхности, так и по реперам, установленным в штольнях. Смещения по Вахшскому надвигу составляют от 0.5 до 15.0 мм/год. Представительная же величина скорости колеблется в пределах 0.5-8.0 мм/год и получена за 50-летний период наблюдений. По Ионахшскому и Гулизиңданскому разломам средняя скорость горизонтальных смещений за весь период наблюдений близка 1-2 мм/год. Направленность современных смещений по разломам полностью совпадает с направлениями движений, установленными геологическими методами.

По данным спутниковых GPS-измерений векторы смещения направлены с ЮЗ на В-СВ. Вертикальные смещения реперов колеблются от 140 мм до 184 мм, а горизонтальные – от 108 мм до 140 мм. Эти значения значительно превышают значения, полученные геодезическими измерениями, а векторы смещения также кардинально отличаются.

Это может быть связано как с методикой измерения и обработкой результатов измерений, так и с особенностью спутниковых GPS-измерений.

Данные о направлении смещений, полученные при помощи GPS-измерений на данной территории, с одной стороны, совпадают с данными, приведёнными в работе [1]. В то же время не совпадают с данными, приведёнными в работах [3, 4]. Скорее всего эти расхождения связаны с различными методиками измерений и обработки данных измерений.

Для повышения точности измерений движений геодезических реперов на территории каскада ГЭС на р.Вахш необходимо собрать методики, которые используются различными исследователями, рассмотреть их применительно к геологическим условиям изучаемой территории. Также необходимо приобрести современное программное обеспечение для обработки данных спутниковых GPS-измерений. Пока причина значительного расхождения данных инструментальных геодезических измерений и спутниковых GPS-измерений не установлена. Как сказано в

коллективной монографии [2, с.372]: «Пока не установлены причины расхождений (от 60% до 400%) данных измерений с помощью GPS и геологическими данными (которые меньше и измеряются при помощи геодезических приборов), вероятно, ещё не пришло время включать скорости смещения, измеренные с помощью GPS в логические деревья вероятностной оценки сейсмической опасности, которые в настоящее время учитывают только средние скорости, определённые по геологическим данным».

#### Список литературы

1. Антонович К.М., Карпик А.П., Клепиков А.Н. Спутниковый мониторинг земной поверхности // Геодезия и картография. 2004. № 4. с. 4-10.
2. Палеосейсмология//Коллектив авторов; под ред. Джеймса П. МакКалпина: в 2-х томах. М., Научный мир, 2011
3. Ischuk, A., et al. (2013), Kinematics of the Pamir and Hindu Kush regions from GPS geodesy, J. Geophys. Res. Solid Earth, 118, doi:10.1002/jgrb.50185.
4. Metzger, S., Ischuk, A., Deng, Z., Ratschbacher, L., Perry, M., Kufner, S.-K., et al. (2020). Dense GNSS profiles across the northwestern tip of the India-Asia collision zone: Triggered slip and westward flow of the Peter the First Range, Pamir, into the Tajik Depression. Tectonics, 39, e2019TC005797. <https://doi.org/10.1029/2019TC005797>

#### ТАДҶИҚИ ГЕОДЕЗӢ ДАР ҲУДУДИ СИЛСИЛАНЕРУГОҲҶОИ ДАРӢИ ВАХШ ВА ТАҲЛИЛИ НАТИҶАҶОИ ОНҶО

**Аннотатсия:** Дар ин мақола натиҷаҳои тадқиқи геодезии ҳудуди силсинеругоҳҳои барқи оби дарёи Вахш, ки дар рафти корҳои саҳроӣ ва экспедитсионӣ ба даст оварда шудаанд, инъикос ёфтаанд. Натиҷаҳои дар рафти корҳои саҳроӣ ва мушоҳидаҳои экспедитсионӣ ба дастовардашуда бо натиҷаҳои мониторинги фосилавӣ муқоиса ва таҳлил карда шуданд. Дар рафти тадқиқот маълум гардид, ки барои баланд бардоштани дақиқии ченкунии ҳаракати нишонаҳои геодезӣ дар ҳудуди силсилаи НБО-ҳои дарёи Вахш усулҳои гирд овардан лозим аст, ки муҳаққиқони гуногун истифода мебаранд ва онҳоро нисбат ба шароити геологӣ минтақаи тадқиқотӣ ба назар гирифта мешаванд. Инчунин барои коркарди маълумоти ченкунии моҳвораии GPS нармафзори замонавӣ харидан лозим аст.

**Калидвожаҳо:** геодезия, тектоника, бенчмарк, GPS, каскад, НБО, Норақ, Рогун, Вахш.

#### GEODETIC INVESTIGATIONS ON THE TERRITORY OF THE CASCADE OF HPPS ON THE VAKHSH RIVER AND THEIR ANALYSIS OF THE RESULTS

**Annotation:** This article reflects the results of a geodetic study of the territory of the HPP cascade on the Vakhsh River, obtained in the course of field and expeditionary work. The results obtained in the course of field work and expeditionary observations are analyzed comparatively with the results of remote monitoring. In the course of the study, it was revealed that in order to improve the accuracy of measuring the movements of geodetic benchmarks in the territory of the HPP cascade on the Vakhsh rivers, it is necessary to collect the methods used by various researchers and consider them in relation to the geological conditions of the study area. It is also necessary to purchase modern software for processing data from satellite GPS measurements.

**Keywords:** geodesy, tectonics, benchmark, GPS, cascade, HPP, Nurek, Rogun, Vakhsh.

# МЕТОД КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВОДНОГО ПОТОКА И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ТУННЕЛЯХ

Давлатшоев С.К., Тоирзода С.Т., Шамсуллоев Ш.А.,  
Мирзоева Б.М., Чакалов С.Х.

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Национальной академии наук Таджикистана*

**Аннотация:** температурное поле земной коры изменяется в зависимости от изменения годового сезона и миграции водного потока по поверхности земли. В статье приводятся исследования по изучению изменения температуры подземных вод в основании будущей плотины Рогунской ГЭС с целью разработки метода и системы наблюдений за изменениями скорости водного потока и гидравлического режима в гидротехнических туннелях. Также, приводится метод выведения эмпирической формулы изменения теплового состояния земной коры как элемента искусственного интеллекта, определяющего влияние возмущающих воздействий на тепловое состояние земной коры.

**Ключевые слова:** температура, скорость, контроль, измерение, туннель, тепломассоперенос, земная кора, пьезометр, термокаротаж, скважина, распределение температуры, эмпирическое уравнение, искусственный интеллект.

Наблюдения за состоянием гидротехнических туннелей осуществляются приборами дистанционной КИА во время эксплуатации и визуальным осмотром, когда работа туннеля останавливается. Приборы дистанционной КИА не всегда дают исчерпывающую информацию о состоянии туннеля.

Визуальные наблюдения – это натурные наблюдения, которые проводятся путем общих систематических осмотров туннеля, его основных конструктивных элементов и прилегающей территории с целью оценки их состояния, выявления дефектов и неблагоприятных процессов, снижающих эксплуатационную надежность данного сооружения, определение вида и объемов ремонтных работ [1]. Обследования проводятся специалистами-гидротехниками или комиссией из нескольких специалистов путем детальных осмотров сооружения, его конструктивных элементов и прилегающей территории с применением простейших измерительных приборов, приспособлений, используемых методов распознавания [2, 3, 4].

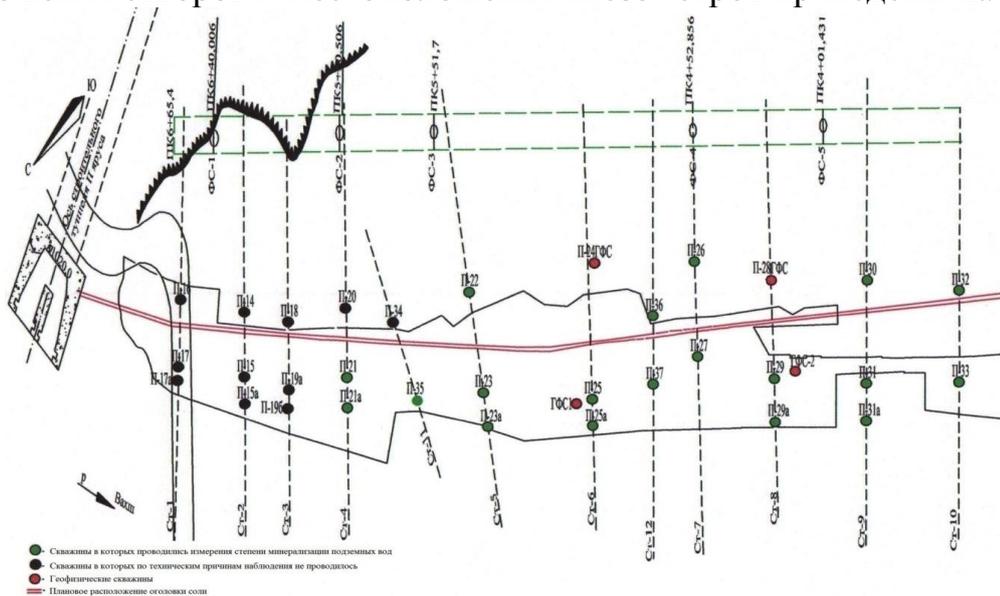
Непременным условием эффективности и информационной достоверности визуальных наблюдений является выполнение следующих требований: - строгая периодичность осмотров; - идентичность фиксации признаков повреждений и обнаруженных дефектов; - четкая привязка места наблюдения к геодезической сети; - соответствие квалификации персонала требованиям правил проведения осмотров, оформление их результатов и хранение в установленном порядке материалов наблюдений [5].

Применение теории тепломассопереноса позволяет определить скорость водного потока в гидротехнических туннелях, реках, каналах и трубопроводах. Движение воды по гидротехническим туннелям, рекам, каналам и трубопроводам - это массоперенос жидкости сопровождающейся

теплопереносом из окружающей среды. Чем больше скорость водного потока, тем больше скорость теплопереноса из окружающей среды и глубина изменения температуры.

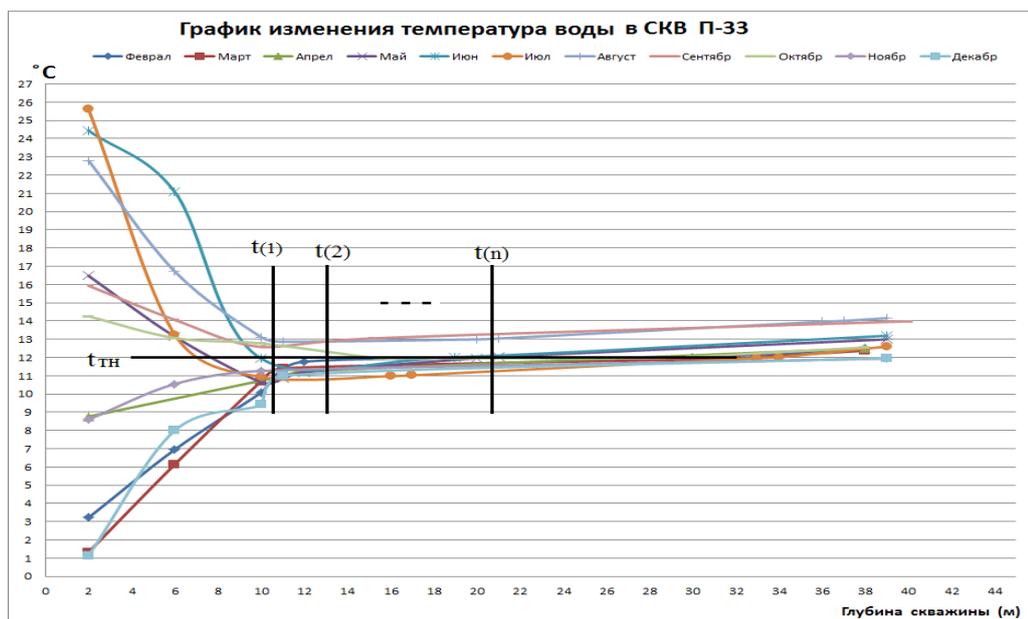
Процесс теплопереноса водным потоком и изменения температуры по глубине был исследован геотермическим методом в основании будущей плотины Рогунской ГЭС, по пьезометрическим скважинам, расположенным на левобережной части реки Вахш.

На участке солевого пласта левого берега реки Вахш были выполнены режимные температурные наблюдения по 12 створам. Общее количество пьезометров, задействованных в исследованиях - 29. Из них в 11 пьезометрах, по техническим причинам, исследования провести не удалось. Всего за 2011 год проведено 39 циклов термокаротажных исследований. Схема расположения створов и местоположения пьезометров приведены на рис. 1.



**Рис. 1.** План расположения пьезометрических скважин на участке левого берега солевого пласта р. Вахш

В качестве примера на рисунке 2 приведен график изменения температуры в пьезометре П-33 от сезонных (годовых) колебаний солнечной активности.



**Рис. 2.** График изменения температуры воды в П-33

Движение водного потока в реке сопровождается теплопереносом из окружающей породы основания. При измерении температуры в стволе пьезометра, наблюдается минимум значений температуры равной температуре теплоносителя (воды)  $t(i)=t_{тн}$  (рис. 2). При повышении объёма и скорости водного потока в реке происходит ускорение теплопереноса в породах основания реки и вследствие этого происходит снижение температуры до температуры теплоносителя  $t_{тн}$ . Теплоносителем в данном случае является движущийся водный поток по руслу реки [6].

Такие же явления происходят в гидротехнических туннелях. При движении массы воды происходит теплоперенос из окружающих пород, где размещена гидротехнический туннель.

Применяя теорию тепломассопереноса и выбор створа наблюдения по глубине в основании туннеля, можно определить скорость водного потока, изменения скорости водного потока и определить риски аварийной ситуации.

Сущность предлагаемого метода и системы наблюдений заключается в том, что в основании туннеля в створе наблюдения, где установлены температурные датчики вертикально строго на одной линии, снимают показания температурных датчиков пять раз подряд через короткие промежутки времени и определяют среднее значение для каждого датчика [7]. По среднему значению температурных датчиков определяют коэффициенты  $a$  и  $b$  эмпирического уравнения:

$$T(i) = a h(i) + b, \quad (1) \quad \text{где, } T -$$

температура,  $h$  – глубина минимальной температуры равная температуре теплоносителя,  $a, b$  – коэффициенты эмпирического уравнения,  $i = 1 \div n$  – индекс измерения и выведения эмпирического уравнения.

Далее в эмпирическое уравнение, где уже известны коэффициенты  $a$  и  $b$ , вставляют значение температуры теплоносителя и определяют интервал выравнивания температуры следующим образом:  $\Delta h_{тн} = h(i+1) - h(i)$  за

единицу времени  $\Delta t = t(i+1) - t(i)$ , затем определяют скорость водного потока в туннеле по уравнению:

$$V_i = \Delta h_{\text{тн}} / \Delta t \quad (2)$$

Система для определения скорости водного потока [8] в туннелях (рис. 3) состоит из вертикальной скважины наблюдаемого створа пробуренной в основании туннеля 1 с железобетонной обделкой 2, куда вмонтированы и зацементированы 5 температурных датчиков с шагом 10 метров 3, информационные выходы которого выведены через железобетонную обделку и аэрационную шахту 4.

В основании туннеля для полного контроля можно на несколько створов организовать наблюдения за изменением температуры в вертикальной плоскости по глубине (рис. 3). Поскольку температурное поле в основании туннеля является стабильным, где внешние источники тепла не влияют на его изменение, кроме теплоносителя (вода), можно на несколько порядков точнее измерить изменения скорости водного потока.

Поскольку в схеме наблюдений за температурой заложены 5 датчиков температуры с шагом 10 м, то значение между точками определяем эмпирическим уравнением:

$$(i, j) = a_i h(i, j) + b_i, \quad (3)$$

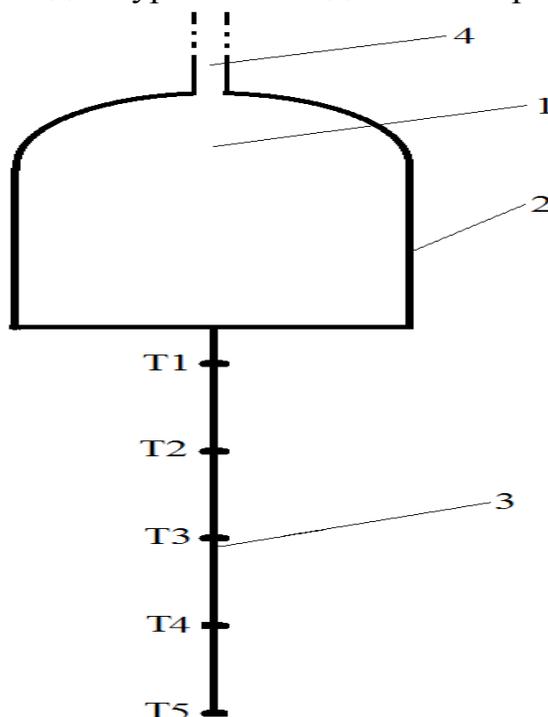
где,  $a_i, b_i$  – коэффициенты эмпирического уравнения,

$h$  – глубина наблюдения по скважине,

$t$  – температура,

$i = 1 \div n$  – индекс выведения эмпирического уравнения,

$j = 1 \div 3$  – индекс уровня выведения эмпирического уравнения.



**Рис. 3.** Схема размещения температурных датчиков в основании туннеля (1- сечение туннеля, 2-железобетонная обделка, 3- температурные датчики в количестве 10 шт., с шагом 10 м, 4-аэрационная шахта)

Решая уравнение (3), можно определить и проследить глубину выравнивания температуры до температуры теплоносителя  $t_{\text{ТН}}$ :

$$h(i, j) = \frac{t(i,j) - b_i}{a_i}, \quad (4)$$

где,  $t(i, j) = t_{\text{ТН}}$ ,

$a_i, b_i$  – коэффициенты эмпирического уравнения,

$h(i, j)$  – глубина выравнивания температуры до температуры теплоносителя  $t_{\text{ТН}}$ .

Когда температура теплоносителя достигнет точки Т1, то при выведении эмпирического уравнения следующего уровня точка Т1 исключается. Таким образом, постепенное увеличение зоны температуры теплоносителя, накрывающее точку Т1 до точки Т5, последовательно температурные точки при выведении уравнения следующего уровня исключаются.

В таблице 1 приводится схема и алгоритм последовательного вывода эмпирического уравнения, и его использование.

**Таблица 1.** Алгоритм последовательного вывода эмпирического уравнения и его использование.

№ п/п	Количество точек	Эмпирические уравнения	Решение	$\Delta h_{\text{ТН}}$ при $T(i+1) - T(i)$
1	T1÷T5	$t(i, 1) = a_i h(i, 1) + b_i$	$h(i,1) = \frac{t(i,1) - b_i}{a_i}$	$h(i+1,1) - h(i,1)$
2	T2÷T5	$t(i, 2) = a_i h(i, 2) + b_i$	$h(i,2) = \frac{t(i,2) - b_i}{a_i}$	$h(i+1,2) - h(i,2)$
3	T3÷T5	$t(i, 3) = a_i h(i, 3) + b_i$	$h(i,3) = \frac{t(i,3) - b_i}{a_i}$	$h(i+1,3) - h(i,3)$
4	T4÷T5	$t(i, 4) = a_i h(i, 4) + b_i$	$h(i,4) = \frac{t(i,4) - b_i}{a_i}$	$h(i+1,4) - h(i,4)$

Предлагаемый метод и система наблюдений позволяют определить скорость водного потока в туннелях. Поскольку температурное поле в основании туннеля является стабильным, где внешние источники тепла не влияют на его изменение, кроме теплоносителя (водного потока), то можно на несколько порядков точнее измерить скорость водного потока. Также метод и система наблюдений позволяет по температурным пульсациям и понижению значения тепломассопереноса определить изменение гидравлического режима в туннеле вследствие образования завалов и промоин в основании, которые могут привести к понижению скорости водного потока.

### Выводы

1. Результаты исследований показывают изменения температуры в пьезометрической скважине обусловлены причинами, которых являются: сезонное колебание температуры воздуха и близкое расположение пьезометрических скважин к реке Вахш, которое может служить источником тепломассопереноса.

2. Исследование контроля температуры воды по стволу пьезометрических скважин расположенных близко к реке Вахш может быть использовано для определения скорости водного потока, изменения скорости водного потока в туннелях и определения рисков аварийной ситуации.

3. Выведенное эмпирическое уравнение является уравнением теплового состояния земной коры, как элемента искусственного интеллекта можно использовать для изучения влияния возмущающих воздействий на поверхность земли.

5. Разработанный метод и выведенная формула определения скорости водного потока позволяет определять скорость изменения водного потока и изменения гидравлического режима в туннелях.

### Список литературы

1. Рекомендации по проведению гидравлических натуральных наблюдений и исследований туннелей: П 94-2001: утв. РАО «ЕЭС России» 03.07.98: введ. в действие с I кв. 2002 г. – СПб.: ВНИИГ им. Веденеева, 2000. – 43 с.

2. Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки их безопасности: П 92-2001. – СПб.: ВНИИГ им. Веденеева, 2000. – 47 с.

3. Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства: РД-11-05-2007: утв. приказом Ростехнадзора 12.01.07 № 7 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов. – Взамен СНиП 2.06.05-84\*; введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095521>, 2014.

5. Основные принципы и методы эксплуатации магистральных каналов и сооружений на них: монография / под общ. ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 361 с.

6. Давлатшоев С.К., Шамсуллоев Ш.А., Тоирзода С.Т., Мирзоева Б.М., Чакалов С.Х. Метод контроля фильтрационных потоков в основании плотин. Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» - Душанбе: ИМОГЭЭ, 2023, №3(2). –С. 73-82.

7. Давлатшоев С.К., Шамсуллоев Ш.А., Мирзоева Б.М., Тоирзода С.Т., Чакалов С.Х. Способ и устройство для определения коэффициента фильтрации в основании плотины. Патент № ТЈ 1406 Республика Таджикистан, МПК G 01 N 15/08, G 01 N 33/24. № 2301802, завл. 22.02.2023; опубл. 05.07.2023; Бюл. №197, 2023. -5 с.

8. Давлатшоев С.К., Тоирзода С.Т., Мирзоева Б.М., Шамсуллоев Ш.А., Чакалов С.Х. Способ и устройство для определения скорости водного потока в туннелях. Патент № ТЈ 1407 Республика Таджикистан, МПК G 01 P 5/18, E 21 B 47/10. № 2301803, завл. 22.02.2023; опубл. 05.07.2023; Бюл. №197, 2023. -4 с.

## ТАРЗИ НАЗОРАТИ ТАҒИРЁБИИ СУРЪАТИ МАҶРОИ ОБ ВА РЕҶАИ ГИДРАВЛИКӢ ДАР НАҚБҲОИ ГИДРОТЕХНИКӢ

**Аннотатсия:** омӯзиши майдони ҳарорати қишири замин вобаста ба тағйирёбии мавсими солона ва муҳочирати ҷараёни об дар сатҳи замин тағйир меёбад. Дар мақола тадқиқот оид ба омӯзиши тағйирёбии ҳарорати обҳои зеризаминӣ дар пояи сарбанди ояндаи неругоҳи барқи оби Роғун бо мақсади таҳияи усул ва системаи мониторинги тағйирёбии суръати ҷараёни об ва режими гидравликӣ дар нақбҳои гидротехникӣ оварда шудааст. Инчунин, усули ба даст овардани формулаи эмпирикии тағйирёбии ҳолати гармии қишири замин ҳамчун элементи зеҳни сунъӣ оварда шудааст, ки таъсири халалдоркунандаро ба ҳолати гармии қишири замин муайян мекунад.

**Калидвожаҳо:** ҳарорат, суръат, назорат, андозагирӣ, нақб, интиқоли гармӣ ва масса, қишири замин, пьезометр, каротажи термикӣ, чоҳ, тақсимооти ҳарорат, муодилаи эмпирикӣ, зеҳни сунъӣ.

## METHOD FOR CONTROLLING CHANGES IN THE SPEED OF WATER FLOW AND HYDRAULIC MODE IN HYDRAULIC TUNNELS

**Annotation:** the study of the temperature field of the earth's crust changes depending on the change in the annual season and the migration of water flow across the earth's surface. The article presents research on studying changes in the temperature of groundwater at the base of the future Rogun hydropower plant dam with the aim of developing a method and a system for monitoring changes in the speed of water flow and hydraulic regime in hydraulic tunnels. Also, a method is given for deriving an empirical formula for changes in the thermal state of the earth's crust as an element of artificial intelligence that determines the influence of disturbing influences on the thermal state of the earth's crust.

**Keywords:** temperature, speed, control, measurement, tunnel, heat and mass transfer, earth's crust, piezometer, thermal logging, well, temperature distribution, empirical equation, artificial intelligence.

## ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Муртазаев У.И.<sup>1</sup>, Максумова Ш.У.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Таджикский государственный педагогический университет имени  
Садриддина Айни

**Аннотация:** В данной статье описываются существующие экономико-географические подходы к верификации устойчивости развития сельских территорий (СТ) ряда стран, перечислены ведущие факторы, необходимые для устойчивого развития СТ, раскрыта российская версия концепции СТ, или, иначе агроландшафтов (АЛ), указаны основные направления развития СТ, перечислены принятые международными организациями четыре основных подтипа СТ. Отдельно указаны национальные особенности поддержки развития СТ, приведены критерии и показатели устойчивого развития СТ, предложена модель комплексной оценки устойчивого развития СТ.

**Ключевые слова:** СТ, подходы, устойчивость, развитие, факторы, модели, концепции, направления развития, критерии и показатели, подтипы СТ, тарифы за водопользование.

Устойчивым развитием СТ и АЛ является динамичный переход всех экономических и социальных систем страны на новый, более качественный

уровень, на котором будет обеспечиваться экологически безопасное, обоснованное, социально-ориентированное расширение воспроизводства, при котором повысится качество и улучшится жизнедеятельность селений, расположенных в сельских местностях [3,5,7].

В настоящее время СТ (АЛ) в подавляющем большинстве стран характеризуются низкими, приводящими к бедности, доходами населения: ограниченной занятостью, застойной безработицей, массовой иммиграцией трудоспособного населения, острой нехваткой финансовых ресурсов, что касается, как деятельности сельскохозяйственных производителей, так и деятельности в области инвестиций (включая социальное развитие сёл) [6].

Основные составляющие устойчивого развития СТ (АЛ) приводятся на рисунке 1.

СТ и АЛ – это многоступенчатые территориальные социально-экономические системы, в которые включены социально-экономическая и экологическая подсистемы. Водохозяйственное обустройства (ВО) СТ (АЛ) в этих подсистемах, их мелиорация в аридном климате Таджикистана должны направляться на увеличение продуктивности сельскохозяйственного производства региона, выступая в качестве одного из основных факторов устойчивого развития страны.



**Рисунок 1.** Основные факторы, необходимые для устойчивого развития в сельских территориях [4].

Из рисунка 2 следует, что моделирование приемов управления СТ (АЛ) является мощным инструментом, позволяющим оценить влияние на водные ресурсы региона различных видов и форм сельскохозяйственного сектора. С помощью создания моделей можно оценить, какое количество гектаров пастбищ на территории водосборного бассейна необходимо облесить, чтобы сохранить баланс водных ресурсов путём преобразования одного гектара обрабатываемых земель в покрытую территорию. Для такой смены землепользования рассчитывается экономическая ценность на основе суммы убытков, понесённых молочными фермами в этом районе за счёт снижения количества пастбищ.



**Рисунок 2.** Модель перехода к устойчивому развитию СТ (разработано авторами).

Скоординированный подход развития СТ (АЛ) с самого начала подчеркивает координацию всех сторон и жизненных компонентов деятельности и использования человеческих ресурсов, поэтому он считается системным подходом. Этот подход зависит от увеличения производства, повышения уровня жизни и мотивации, представления различных услуг, улучшения и модернизации сетей связи, транспорта, жилищного строительства на СТ (АЛ), возможностей трудоустройства, улучшения пространственного расположения оросительных сетей и сельских поселений на АЛ.

В разработке концепции АЛ – научной основы адаптивного ландшафтного земледелия участвовали В.А. Николаев (1987) [4], К.Н. Дьяконов (2008) [1] и другие учёные. По их мнению, АЛ является территориальной природно-антропогенной системой на основе регионального физико-географического разделения, выполняющей функции воспроизводства ресурсов, средообразования и охраны природы, включает естественные и видоизменённые природные комплексы, инженерные сооружения, дороги и сельские поселения с их экономической и социальной инфраструктурой.

В рамках АЛ осуществляется управление, регулирование и контроль. Цельность системы обеспечивается различными связями (или потоками) – материальными, энергопотоками и информационными. По мнению В.А. Николаева (1987) [4], подсистемы управления успешно выполняют свои функции, если они устроены по подобию управляющих систем, что следует из закона разнообразия систем (рисунок 3).

Из рисунка 3 следует, что структура АЛ имеет блоки контролирования, регулирования и управления. Целостность системы обусловлена информационными, энергетическими и вещественными потоками (связями). В. А. Николаев (1987) [4] подчеркивает, что согласно закону необходимого разнообразия систем, управляющая подсистема тогда успешно справляется со своими функциями, когда она будет устроена так же разнообразно, как и управляемая.

В. А. Николаев (1987) [4] считал АЛ природно-антропогенной геосистемой с изменёнными саморегулирующими механизмами и относительно слабой экологической устойчивостью в связи со следующими причинами:

1. намеренная замена естественных устоявшихся фитоценозов на агроценозы с определёнными монокультурами растений, нарушающие стадии сукцессии и ценотическую среду;
2. на основании вышеизложенного образование в агроценозах многочисленных экологических ниш, которые занимают сельскохозяйственные вредители и сорняки;
3. механические нарушения почвенных покровов, отрицательно влияющие на их сопротивляемость и вызывающие их ускоренную эрозию – дефляцию почв;
4. химизация почв, вызывающая их стерилизацию и подавление почвенной фауны;
5. изменение биогеохимических естественных круговоротов и нарушение пищевых цепочек между группами организмов;
6. снижение разнообразия изначальных природных ландшафтов, конвергенция их морфологических структур вследствие проведения аграрной деятельности;
7. изменение водных балансов с увеличением физического испарения и поверхностных стоков.

Устойчивое развитие СТ (АЛ) определяется экономико-географическими подходами, концепциями устойчивого развития, стратегическими целями на региональном, национальном и глобальном уровнях, не оказывая глубокого влияния на местные (локальные) уровни. Вместе с тем, проблематика устойчивого развития СТ (АЛ) при формировании систем самоуправления, осуществляющим жизнь населения в пределах определённого района, остаётся изученной в недостаточной мере.

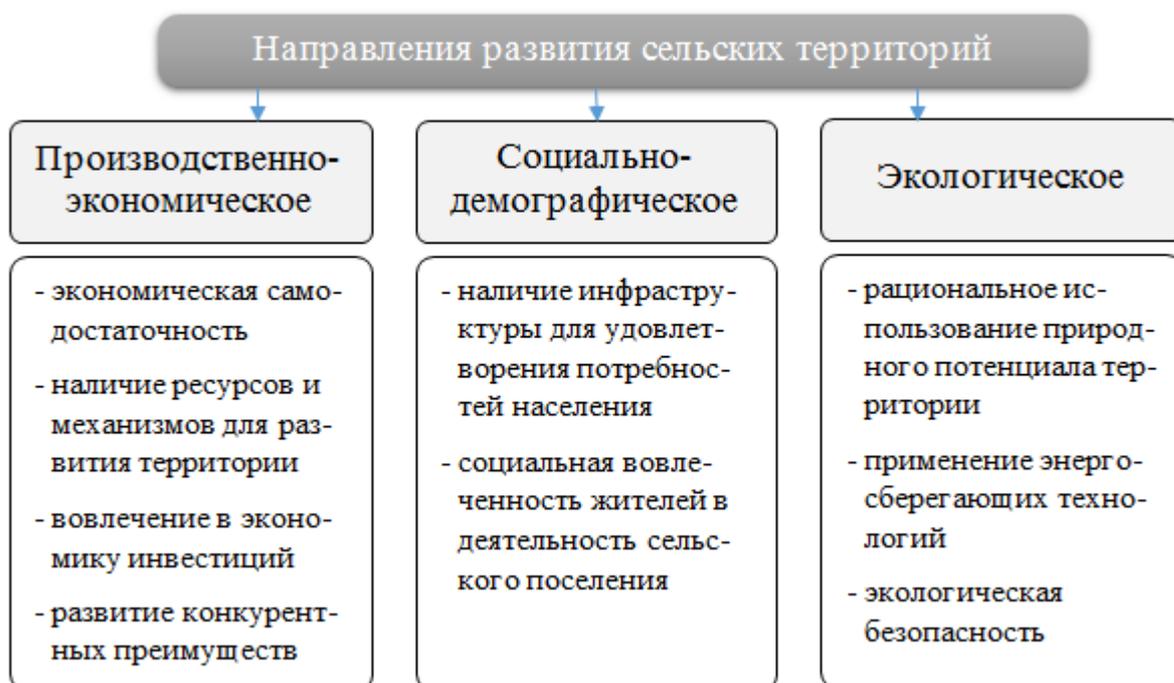
Инструменты, которые используются для развития территории в горизонтальном и вертикальном направлениях, в основном ориентированы на системы регионального уровня, на их управление, что приводит в определенной степени к зависимости вышестоящих уровней от ресурсов, следствием чего является социальная несправедливость и снижение заинтересованности вышестоящих властей.



**Рисунок 3.** Модель АЛ (а, б, в – исторические стадии изменения природных подсистем под влиянием антропогенной деятельности). 1 – материально-энергетические связи; 2 – связи информации; 3 – связи управления [1,4].

Чтобы достигнуть для СТ (АЛ) их устойчивого социально-экономического развития, прежде всего нужна разработка и внедрение механизмов стимулирования, с помощью которых территории смогут наращивать свою ресурсную базу, наращивать и укреплять финансовый потенциал.

Развитие СТ (АЛ) осуществляется на основании комплексной оценки информационно-статистической базы и аналитических наблюдательных систем мониторинга управленческих, природных и социально-экономических процессов на конкретных территориях, исходя из которых далее будут определены их типы, степени и направления, по которым необходимо их развивать (рисунок 4).



**Рисунок 4.** Направления развития сельских территорий (разработано авторами).

Устойчивое развитие СТ (в том числе и их водохозяйственное обустройство- ВО) должно опираться на ряд факторов, среди которых: политические; социальные; экономические; экологические; демографические; технические; почвенно-климатические; уровень занятости; ландшафтно-территориальные аспекты. Помимо указанных факторов для устойчивого развития СТ важным фактором является уровень урбанизации населения и система расселения населения.

Кроме того, каждая СТ имеет свои индивидуальные разнообразные признаки – это культурно-исторические, природно-климатические, социально-экономические, территориальные. Поэтому важным является понимание того, какие территории являются СТ, а также выделять их критерии.

В частности, применительно к Российской Федерации, для СТ принимается следующее определение - СТ (сельская местность) - это территория вне границ городских поселений, в состав которой входят, как территория сельских поселений, так и межселенная территория [2].

На основании ст. 2 Федерального закона от 06.09.2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», «сельским поселением является одно или несколько сельских поселений, объединенных общей территорией (села, посёлки, станицы, деревни, хутора, кишлаки, аулы и другие сельские поселения), в которых местное самоуправление осуществляется либо непосредственно и (или) через выборные органы и иные органы местного самоуправления; а межселенными территориями являются территории, которые располагаются за границами перечисленных поселений».

Международная организация экономического сотрудничества и развития ОЭСР-ОЭСР (Organization for Economic Cooperation and Development) для сельских районов и территорий разработала следующую классификацию, в состав которой входят четыре основных подтипа СТ.

1. СТ отдалённые, развивающиеся динамично. В них в сфере услуг наблюдается более быстрый рост по сравнению со средним ростом в некоторых промышленных секторах (кроме Японии). Эти районы, хотя иногда и удаленные от основных центров, обладают достаточными природными ресурсами, транспортом, коммуникациями или экологическими особенностями, привлекательными для туристов, развития бизнеса и новых жителей.

2. СТ отдалённые, отстающие в развитии. Для них характерно более медленное развитие по сравнению со средними национальными показателями. Заметными исключениями являются пять государств, в которых произошло расширение услуг: Швеция и Норвегия и (по-видимому, в связи с обслуживанием значительного общественного сектора), Швейцария, Ирландия, Австрия (по-видимому, в связи с развитием туризма). Из четырех подтипов наиболее серьёзные трудности возникают в отдаленных сельских местностях.

3. Промежуточные территории, развивающиеся динамично. На этих территориях в секторе обслуживания постоянно увеличивается количество рабочих (за исключением Испании) и в промышленном секторе (за исключением Финляндии). В основном, эти территории имеют плотную структуру бизнеса, часто поддерживаемую прочной структурой средних городов, которые гарантируют разнообразие услуг для бизнеса и граждан. Эти районы наиболее вовлечены в процесс обратной урбанизации и имеют самые прочные связи со столичными центрами.

4. Промежуточные территории, отстающие в развитии. Для данного подтипа территорий характерен более медленный рост в сфере услуг по сравнению с другими странами (за исключением Швейцарии) и в промышленном секторе (за исключением Ирландии). Это типичные бывшие

промышленные районы, переживающие реструктуризацию своей экономической базы, или те, которые пострадали от отделения государства от крупного государственного предприятия или фонда (например, закрытие военного объекта).

Нужно подчеркнуть, что каждая из стран оказывает СТ, расположенных на её территории, определённую поддержку в силу своих национальных особенностей - культурно-исторических, экологических, природно-климатических, социально-экономических и др.

В Норвегии политика поддержки развития СТ ограничивается системами дифференциации налогов и разделения доходов на уровне местных органов власти. В Польше государственная поддержка научно-технического развития осуществляется через: льготные кредиты (на покупку земли, инвестиции в сельское хозяйство и т. д.); предоставление беспроцентных кредитов (финансирование несельскохозяйственной деятельности); соинвестирование (поддержка и создание инфраструктуры); субсидировать сохранение биологического разнообразия и создание каналов сбыта продукции, которые также могут быть использованы в Республике Таджикистан; снижение налогов для создания рабочих мест, которые можно использовать в Таджикистане.

Помимо перечисленного, также применяются схемы финансовой компенсации за добровольный труд фермеров по защите окружающей среды.

В Венгрии действует система использования стипендий и грантов, при которой гранты на региональное развитие несколькими министерствами и ведомствами разных уровней обеспечивают формы поддержки за счет своих финансовых ресурсов.

В Финляндии программа национального сельского развития (Local Initiative Rural Programme) представляет собой новый инструмент финансирования, при котором до 50% финансирования поступает от Министерства сельского и лесного хозяйства, а остальная часть – из частных или муниципальных источников.

В Финляндии одним из основных направлений развития сельских территорий является развитие несельскохозяйственной деятельности в сельской местности (досуг, создание музеев традиционного земледелия, развитие туризма и др.). Например, во Франции созданы региональные природные парки, которые являются политическим инструментом развития науки и технологий, обладающих уникальным и богатым природным и культурным наследием. Этот инструмент позволяет сочетать положительные экстерналии с экономическим развитием сельских территорий.

Основной целью создания таких парков является защита и управление природным наследием, содействие планированию землепользования и гармоничному экономическому развитию сельской местности посредством реализации пилотных проектов. Основная цель также заключается в повышении общественного понимания и ответственности за охрану природных ресурсов с помощью информационных и образовательных

систем. Создание таких парков также решает проблему занятости населения в сельских местностях.

Среди важных направлений, оценивающих устойчивое развитие СТ (АЛ), необходимо выделить такое направление, как выбор критериев для устойчивого развития, обеспечивающих согласованность системы показателей и их взаимную координацию.

Важно иметь четкое представление о критериях и показателях устойчивого развития. Критерии развития – это выбор направления развития, то есть через что может быть достигнуто данное развитие. Критерии необходимо выбирать, учитывая сущность устойчивого развития СТ, задавать основную цель устойчивого развития, что способствует созданию предпосылок для определения основных показателей, на основании которых будет определяться устойчивое развитие. При этом показатели должны оценивать целостность всей системы, учитывать взаимные связи на всей рассматриваемой территории, отражать каждый элемент системы и каждую стадию ее развития. Каждый критерий характеризуется своим набором показателей и набором систем, по которым можно получить адекватную оценку развития.

На основании выбранных направлений для устойчивого развития СТ необходима разработка система показателей и критериев для каждой из основных сфер в каждом конкретном случае, что позволит в конечном итоге определить интенсивность и уровни изменений в системе в количественных показателях.

Мы считаем, что одним из основных критериев, определяющих сферу экономического развития СТ, можно выделить уровень устойчивости процессов воспроизводства в сельскохозяйственной отрасли, в качестве основных показателей нужно выделить такие показатели, как продуктивность и урожайность сельхозкультур; доля в ВВП страны сельскохозяйственной отрасли; стоимость валовой продукции на каждого работника сельского хозяйства; себестоимость сельхозпродукции с каждого гектара сельскохозяйственных земель; доход каждого отдельного работника, занятого в производстве сельхозпродукции и пр.

В качестве примера приведем тарифы на водопользование в Центральной Азии. В Таджикистане платежные тарифы за водопользование были впервые установлены 1996г.; в Кыргызстане и Казахстане в 1992г. Обзор существующих положений по оценке воды в качестве природного ресурса и оплаты услуг по ее доставке и использованию показал следующее.

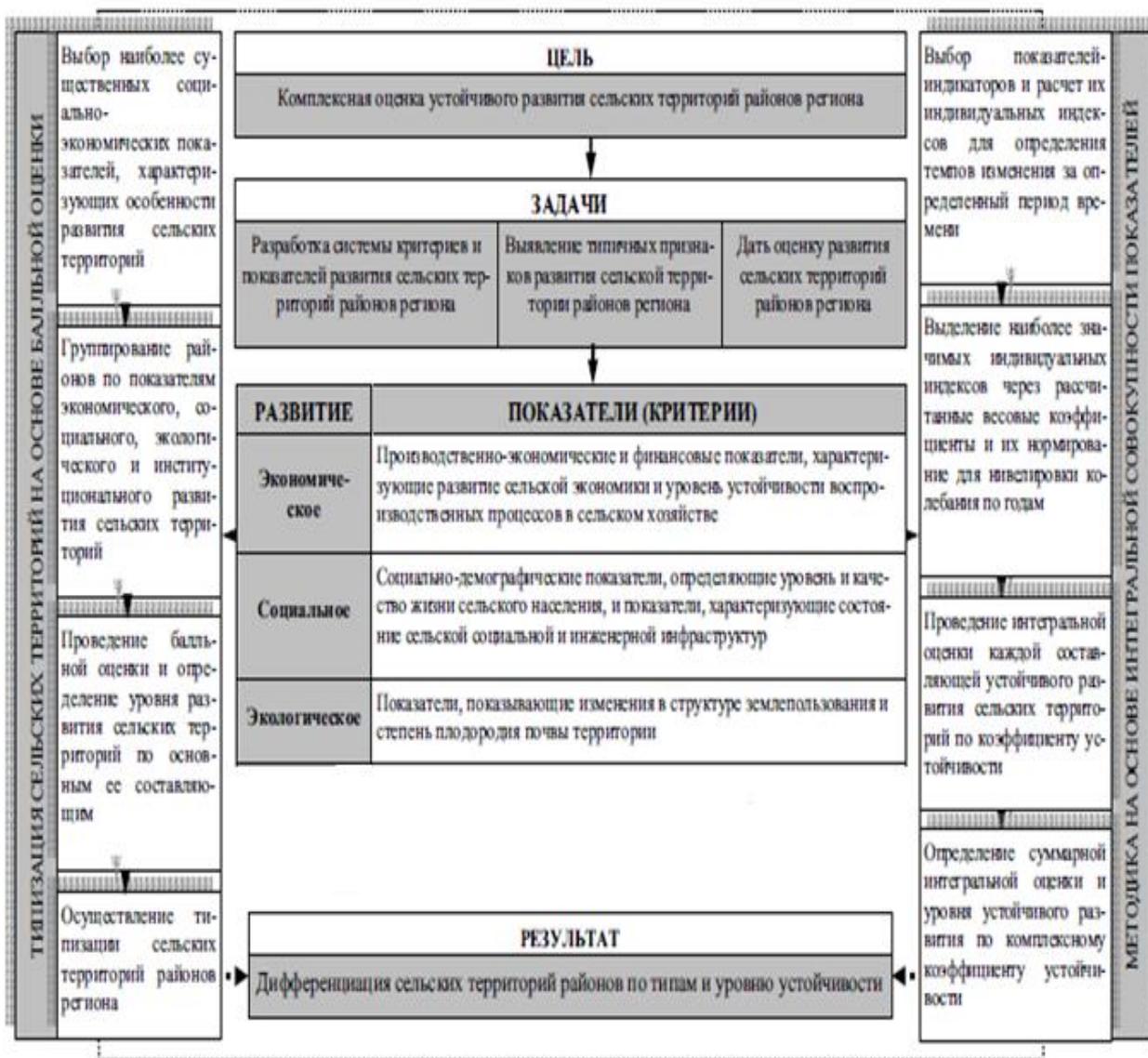
В Кыргызстане в 1992 году, если водопользователь самостоятельно использует воду из природных источников (родник, сай), то стоимость водоснабжения является нулевой, ничего не стоит. При подаче воды в хозяйство непосредственно от районного управления водного хозяйства (РУВХ) услуги по доставке 1 м<sup>3</sup> лимитированной воды стоят 3 тыйына вне зависимости от способа подачи (насосами или самотёком), а оплата воды сверх установленных лимитов будет осуществляться по 6 тыйынов за м<sup>3</sup>. При

наличии посредника между РУВХ и водопользователем, например, АВП или «гидросервиса», то оплата для водопользователей будет расти в соответствии со стоимостью посреднических услуг (на 0,5 тыйын за доставку 1 м<sup>3</sup>). В Казахстане в 1992 году плата за воду дифференцирована и включает две части: плата за воду в качестве природного ресурса (за 1 м<sup>3</sup> оплата 30,2 тенге) и плата за её доставку водопотребителю (за 1 м<sup>3</sup> оплата 5,63 тенге), также в Казахстане водопользователям необходимо оплачивать НДС – 20%. Цена не зависит от сезона года. При этом для водопользователей предусмотрены субсидии в размере 40% от стоимости услуг по подаче воды при условии своевременной оплаты по графику. В Республике Таджикистан с 2005 года плата за воду была установлена в размере 0,3 дир. за 1 м<sup>3</sup> в промышленном секторе и 0,6 дир. за 1 м<sup>3</sup> в орошаемом земледелии. Но за сверхнормативное водопотребление устанавливается повышающий коэффициент 1,2, а за самовольное водопотребление коэффициент равен трём по основному тарифу. К примеру, нужно отметить: 1 доллар США=44,5 сомов, 1 сом=100 тыйын (по состоянию на 01.01.2005). 1 доллар США=162,5 тенге, 1 тенге=100 тыйын (по состоянию на 01.01.2005). 1 доллар США=10,2 сом. 1 сом=100 дир. (по состоянию на 01.01.2022 г.).

В сфере социального развития СТ выделены в качестве основных такие критерии, как степени достижения высоких уровней и высокого качества жизни населения сельских местностей, а в качестве основных показателей - доля населения сельских местностей, занятых в экономике; уровни безработицы в сельских местностях; уровни развития социальных инфраструктур; среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, занятых в сельскохозяйственной отрасли производства; средние объемы розничной торговли на душу населения; объемы платных услуг, которые оказываются для сельского населения на одного чел. и др. [6,8].

Для сферы экологического развития СТ основным критерием следует считать улучшение состояние окружающей природной среды, а показателями - процент сельскохозяйственных земель, охваченных мероприятиями по борьбе с эрозией; процент восстановления инфраструктуры особо охраняемых природных территорий, животного мира и растительного покрова; степень охвата проектов экологической экспертизой; степень управляемости твердыми бытовыми отходами, включая и способы их сбора; доступ населения к чистой воде и санитарии и т.п.

С учётом межрайонных и межрегиональных различий, также является необходимой оценка комплексного воздействия на развитие сельских территорий различных факторов, на основании чего разработана модель, характеризующая комплексную оценку устойчивого развития СТ. Модель, разрабатывалась с учётом методики оценки СТ и типологического подхода, в которой объединен весь комплекс показателей, характеризующих СТ (рис. 5).



**Рисунок 5.** Модель комплексной оценки устойчивого развития СТ [3] с нашими дополнениями.

Соответственно, показатели, которые приводятся в каждом из блоков рассматриваемой модели, могут применяться в различных видах оценки, но их применение должно быть разграничено - для методики оценки и для типологии, поскольку для общей оценки модели используется разнообразный спектр показателей, который в общих чертах характеризует её использование на практике.

Поэтому, используя методику оценки, типологию и общую модель, достигается поставленная цель - для устойчивого развития сельских территорий областей в указанном регионе определена их комплексная оценка.

При этом также решаются задачи по разработке комплекса показателей и критериев для развития СТ районов в указанном регионе; для каждого из районов в указанном регионе выявлены основные и типичные признаки развития СТ.

## Выводы

1. Под СТ понимаются пространства, занятые аграриями. Последних в РТ около 75% населения. Занимаемые ими СТ характеризуются низкими доходами и занятостью населения, острой нехваткой собственных финансовых ресурсов и внешних инвестиций.

2. Сложность конструкций СТ, включающих социально-экономическую и экологическую подсистемы, а также связи между ними: материально-энергетические, управления требует их группировки по разномасштабной иерархии, в т.ч. и таксономической: агроландшафты, агроурочища, агроместности.

3. Предложенные критерии и показатели устойчивого развития СТ могут дать комплексную и объективную их характеристику с социально-экономических и экологических позиций.

## Список литературы

1. Дьяконов, К. Н. Концепция агроландшафта – научная основа адаптивного ландшафтного земледелия / К. Н. Дьяконов // Географические научные школы Московского университета /. - М.: Изд. дом «Городец», 2008. – С.377-379.

2. Межонова, Н. В. К вопросу о критериях сельских территорий: отечественные и зарубежные подходы / Н. В. Межонова // Никоновские чтения. – 2007. - №12. –С.565-570.

3. Меренкова, И. Н. Устойчивое развитие сельских территорий: теоретико-методологические аспекты оценки / И. Н. Меренкова // Региональная экономика: теория и практика. – 2010. - №25 (160). -С.55-61.

4. Николаев, В. А. Концепция агроландшафта / В. А. Николаев // Вестник Московского университета. Сер.5 «География». - 1987. –№2.- С.8-14.

5. Проблемы устойчивого развития сельских территорий / Колл. авторов / Под ред. А. В. Глотко. - Горно-Алтайск, РИО Горно-Алтайского государственного университета, 2015. – 196 с.

6. Самандаров, И. Х. и др. Влияние социальной инфраструктуры на устойчивое развитие сельских территорий / И. Х. Самандаров, К. З. Шоинбекова. – Душанбе: ООО «Эр-граф», 2011. – 136 с.

7. Устойчивое развитие сельских территорий: вопросы стратегии и тактики. - Колл. авторов – М., ФГНУ «Росинформагротех», 2004. –312с.

8. Ушачев, И. Г. Социальное развитие сельских территорий / И. Г. Ушачев // АПК: Экономика, управление. – 2003. -№10. – С.9-16.

## РАВИШҶОИ ИҚТИСОДӢ-ГЕОГРАФӢ БА АРЗӢБИИ УСТУВОРИ ОБОДОНИИ ДЕҶОТ

*Аннататсия:* Дар ин мақола равишҳои мавҷудаи иқтисодӣ ва ҷуғрофӣ оид ба тафтиши устувори рушди деҳот (ҲД) дар як қатор кишварҳо тавсиф карда шуда, омилҳои пешбари барои рушди устувори ҲД зарурӣ номбар шудаанд, варианти русии мафҳуми ҲД ошкор карда шудааст ё, дар акси ҳол, ландшафтҳои кишоварзӣ (АЛ), самтҳои асосии рушди ҲД-ро нишон медиҳад. Чор зернамуди асосии ҲД, ки аз ҷониби

созмонҳои байналмилалӣ қабул шудаанд, зикр карда шудааст. Дар алоҳидагӣ, хусусиятҳои миллии дастгирии рушди ҲД нишон дода, меъёрҳо ва нишондиҳандаҳои рушди устувори ҲД оварда шудаанд ва модели баҳодиҳии ҳамаҷонибаи рушди устувори ҲД пешниҳод шудааст.

**Калидвожаҳо:** системаи таъмини об, равишҳо, устуворӣ, рушд, омилҳо, моделҳо, консепсияҳо, самтҳои рушд, меъёрҳо ва нишондиҳандаҳо, зернамудҳои системаи таъмини об, тарифҳои истифодаи об.

## **ECONOMIC-GEOGRAPHICAL APPROACHES TO ASSESSING SUSTAINABILITY RURAL DEVELOPMENT AREAS**

**Annotation:** This article describes existing economic and geographical approaches to verifying the sustainability of development of rural areas (RA) in a number of countries, lists the leading factors necessary for the sustainable development of RA, reveals the Russian version of the concept of RA, or, otherwise, agricultural landscapes (Lnd), indicates the main directions of development of RA, the four main subtypes of RA accepted by international organizations are listed. Separately, showed the national features of support for the development of RA are indicated, criteria and indicators for the sustainable development of RA are given, and a model for a comprehensive assessment of the sustainable development of RA is proposed.

**Keywords:** RA, approaches, sustainability, development, factors, models, concepts, development directions, criteria and indicators, subtypes of RA, tariffs for water use.

## **ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – УСКОРИТЕЛЬ СОЗДАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ**

**Шарифов А.<sup>1</sup>, Мирсаидов У.М.<sup>1</sup>, Муродиён А.Ш.<sup>1</sup>,  
Ҳусайнов Ҳ.А.<sup>1</sup>, Баротов М.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт химии имени В.И. Никитина

Национальной академии наук Таджикистана

<sup>2</sup>ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности»

Министерство промышленности и новой технологии Таджикистана

**Аннотация:** В статье обоснована эффективность водородной энергетики для создания зеленой экономики в Таджикистане.

**Ключевые слова:** энергоноситель, теплотворность, водородная энергетика, зеленая экономика.

### **Введение**

Согласно классификации стран мира по экологическим оценкам Таджикистан имеет статус «зеленой страны», где более 98 % электроэнергии вырабатывается гидроэлектростанциями и общая доля выбросов от использования ископаемого топлива в промышленности, транспорта и других отраслях экономики составляет всего до  $3 \cdot 10^{-4}$  % от мирового масштаба [1]. Чтобы в будущем сохранить данный статус Правительство Республики Таджикистан приняло перспективное решение о развитие зеленой экономики в стране, оно отражено в Послании Президента Республики Таджикистан Маджлиси Оли Таджикистана (23.12.2022) [2] и в Постановлении Правительства РТ [3]. Основой зеленой экономики является

безотходное производство материалов и отсутствие выброса газов в атмосферу при полной переработки минерального и органического сырья в материалы, использование экологически чистых энергоносителей и сохранение природного баланса окружающей среды. При этом переработка сырья осуществляется комплексными технологиями, позволяющими перевести каждого компонента его состава в полезный продукт разного назначения, причём эти технологии наряду быть многоцелевым, должны ещё быть мало энерго- и материалозатратными.

Создание зеленой экономики в Таджикистане трудная, но выполняемая задача. Предпосылки и потенциал страны позволяют решить эту трудную задачу в ближайшие годы, однако для этого необходимо принятие и осуществление целенаправленной программы действия для решения существующих проблем по созданию основы зеленой экономики.

Согласно [3] до 2038 года должны быть созданы все условия для перехода экономики на использование экологически чистых и безотходных энергоносителей. Чистые и безотходные энергоносители вырабатываются на гидроэлектростанциях, также солнечными батареями и ветряными установками.

Следует отметить, что со строительством Рогунской и многочисленных малых ГЭС в Таджикистане гидроэнергетика более успешно развивается и она эффективно используется. В то же время, энергия солнца, хотя имеется большая возможность для её эффективного использования, особенно для обогрева домов и обеспечения быта людей, не нашла широкое потребление. В республике нет также практики использования энергии ветра, тем более получить энергию ветра затруднительно из-за отсутствия постоянного ветра в регионах. Следовательно, в данных условиях наряду с дальнейшим развитием гидроэнергетики, альтернативным способом создания зеленой экономики является интенсивное развитие водородной энергетики в различных отраслях, начиная от промышленности и транспорта до домашнего быта людей.

Суть водородной энергетики выражается в использовании водорода  $H_2$  в качестве энергоносителя. Водород относится к чистым энергоносителям и по трём главным признакам существенно отличается от ископаемых видов топлива:

1) имеет огромные запасы возобновляемого сырья для его производства: а) все органические вещества (растительность, нефть, природный газ, уголь и др.) для конверсионного способа производства  $H_2$  и б) вода для электролизного производства водорода. Сырьё для производства  $H_2$  в Таджикистане достаточное как по составу, так и по объёму;

2) является высокотеплотворным энергоносителем, его теплотворность в зависимости от разновидностей изменяется от 120 до 144 мДж/кг, что в среднем в 3,6 и 4,4 раз превосходит соответственно теплотворность природного газа и угля;

3) продуктом сжигания водорода является вода, что не загрязняет атмосферу как продукты сжигания ископаемого топлива.

Кроме того, к положительным качествам водорода относятся его легкость (плотность  $H_2$  в обычных условиях  $0,0897 \text{ г/см}^3$ ), что позволяет значительно уменьшить массу оборудования систем его хранения, транспортировки и использования, и высокая химическая активность, позволяющая с его участием синтезировать многочисленный класс химических веществ: спиртов, гидридов, кислот, углеводов, щелочей и др.

Потенциальные возможности Таджикистан для производства водорода огромные и они складываются как: а) гидроэнергетическая мощность рек регионов страны оценивается в 527 млрд.кВт/ час электроэнергии [4]; б) запасы угля оценены в 4,5 млрд.т [5]; в) ежегодно возобновляемые растения также могут быть сырьём для производства водорода, например стебли хлочатника и камыша и др.; г) в сельской местности обычный навоз также является сырьём для получения биогаза, состоящего из  $CH_4$ ,  $H_2$  и других энергоносителей.

В работе [6] нами разработана и предложена концепция внедрения водородной энергетики в Таджикистане, где базируясь на опыт передовых стран мира анализированы ресурсы страны для производства водорода, определены основные его потребители, указана важность подготовки высококвалифицированных специалистов по водородной энергетике, а также способов внедрения водородной энергетики в производственном процессе промышленных и других отраслей экономики. Водородная энергетика наукоёмкая отрасль экономики, что требует проведения соответствующих научных исследований с учётом использования местных источников сырья и специфики объектов её внедрения.

Начиная с 70-десятых годов прошлого века в Институте химии имени В.И.Никитина велись широкомасштабные фундаментальные исследования по водородной энергетике [7-10]. Выполнены десятки диссертации, получены многочисленные патенты и опубликованы сотни статьи, практические результаты исследования были внедрены во многих предприятиях бывшего Советского Союза, в частности на Исфаринском горно-металлургическом комбинате, а Таджикистане. Однако, после распада Советского Союза эти исследования были приостановлены по известным причинам. Сейчас возникает необходимость в продолжении этих исследований. Поэтому создание научно-исследовательского и внедренческого «Центра водородной энергетики» при Президиуме НАНТ является велением времени. Данный центр будет координатором выполнения научно– исследовательских работ и внедрения водородной энергетики на предприятиях и других объектах энергопотребителей.

### **Виды водорода и их производства**

В зависимости от способа производства и степени чистоты различают сорта водорода: зеленый–получаемый электролизом воды, степень его чистоты порядка 99,99%; желтый (оранжевый) –получаемый электролизом

воды электроэнергией атомных станций; серый– получаемый конверсией метана; бирюзовый– получаемый пиролизом метана; изумрудовый– получаемый разложением органического сырья с помощью термоплазменного электролиза;голубой– получаемый конверсией углеводородов (метана) и окиси углерода при выделения углеродистых веществ; коричневый (бурый) – получаемый газификацией бурых углей. В условиях нашей страны наиболее приемлемым является производство зеленого, голубого и коричневого водорода по причинам:

а) для производства зеленого водорода в стране имеется достаточное количество электроэнергии, особенно в весенно–летнее время. Также многие компании в разных странах предлагают электролизёры разных мощностей, при наличии инвестиций приобретением электролизёра можно с меньшими затратами организовать производство зеленого водорода.В то же время, следует учесть,что стоимость зеленого водорода намного выше, чем стоимость остальных видов  $H_2$ . Так, по информации от разных источников, средняя стоимость зеленого водорода варьируется в пределах 4,5....6,0 \$/кг, однако надо учесть, что стоимость единицы электроэнергии в развитых странах, где имеются указанная цена  $H_2$ , намного выше, чем стоимость электроэнергии в Таджикистане. Из-за отсутствия производства водорода электролизным способом в нашей стране не проведены технико-экономические расчёты определения его себестоимости, однако по ориентировочным оценкам себестоимость зеленого водорода в Таджикистана будет в 2–3 раза ниже, чем вышеприведённые цифры. Этому будет способствовать благоприятно тот фактор,что зеленый водород будет на первых порах использоваться для внутренних потребностей. Выгода производство зеленого водорода в Таджикистане будет не только из–за себестоимости, но ещё тем обстоятельством, что он может стать экспортным материалов, находящим в мировом рынке много покупателей;

б) голубой и коричневый водород можно получить из угля путём его газификации. Однако традиционные технологии газификации угля многозатратные и грязые из–за огромных выбросов газов и потери тепла. Поэтому следует использовать новые технологии, позволяющие исключение выбросов газов и потери тепла. Проведённые в последние годы исследования позволили нам разработать разные варианты таких технологий [11– 15], основная сущность которая выражается в том, что предварительно уголь в реакторе, обогреваемом до температуры  $700^{\circ}C$  через внутренний корпус, очищается от летучих и смолистых компонентов, сопутствующих углероду в составе угля, затем в газогенераторе образующийся пластифицированный углерод газифицируется окислителями  $H_2O$ ,  $O_2$  или их строго отдозированными пропорциями в смеси, по определённым целенаправленным химическим реакциям с тем, чтобы получить генераторный газ необходимого состава, позволяющего соответствующими технологическими приёмами выделить  $H_2$  в чистом виде.При точном

соблюдении параметров предложенных технологий появиться возможность и получить зеленый водород.

Следует отметить, что голубой водород в Таджикистане более 60 лет производится на Вахшском азотно-туковом заводе, однако в настоящее время для его производства используется природный газ из Узбекистана. Также в республике планируется строительство нового предприятия по производству карбамида, разумеется, что эффективность нового производства возрастает, если использовать местное сырье, в данном случае, ввиду отсутствия добычи природного газа, этим сырьём будет уголь.

Здесь уместно отметить, что в ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности» Министерство промышленности и новых технологий разработана и действует микроустановка с электролизёром для получения зеленого водорода для использования в ювелирных работах. Данное начинание является примером создания автономных установок по производству и применению водорода в различных сферах экономики. Усовершенствование данной установки позволяет получение водорода в больших объёмах и его использования для других целей.

### **Проблемы создания водородной энергетики в Таджикистане**

Создание водородной энергетики требует сложных систем по производству водорода, его хранения, транспортировки и использования. Технология получения водорода электролизом воды классическая, эффективность производства зеленого  $H_2$  зависит от вида, принципа работы и производительности электролизёра.

Организовать производство  $H_2$  электролизным способом при любом объекте возможно при наличии инвестиции на приобретение промышленных электролизёров требуемых мощностей. В то же время, получение водорода конверсионным способом из угля требует применения, как отметили выше, принципиально новых технологий с переработкой всех компонентов состава угля в полезные химические вещества. Применительно к конкретному составу используемого угля требуется проведение научно-исследовательских работ по разработке технологических режимов его переработки, регулирования составов получаемых водородсодержащих газов, способов выделения  $H_2$  или его связывания в составах водородсодержащих веществ (например аммиака, ацетилена, метанола, этанола и др.), утилизации всех сопутствующих водороду компонентов, энергообеспечению технологических процессов и других проблем переработки ископаемого топлива в  $H_2$  и попутных компонентов.

Использование водорода в качестве энергоносителя зеленой экономики имеет свои специфики согласно свойствам  $H_2$ : самый легкий высоколетучий газ с широкой концентрацией взрываемости в сфере окислителя (взрывоопасная концентрация  $H_2$  в воздухе 4...75 % объём.) требует высокой степени безопасности при хранении, транспортировки и сжигания в качестве энергоносителя. При этом, существующие системы, используемые для природного газа, непригодны из-за несовместимых их свойств со свойствами

$H_2$ . Водород легче метана  $CH_4$  в 8 раз, а по сравнению с этаном  $C_2H_6$  и пропаном  $C_3H_8$  соответственно в 15 и 22 раза. Поэтому сосуды и рабочие давления, при которых хранятся и транспортируются эти газы являются непригодными при использовании водорода.

Эффективность хранения и транспортировки газообразного водорода достигается при давлениях 75-100 МПа, при этом все приспособления должны быть сделаны из легких, чтобы уменьшить массу оборудования, но высокопрочных материалов, выдерживающих указанные давления. Разработка таких материалов, особенно с использованием местных видов сырья, также является сложной проблемой развития водородной энергетики, и она должна быть решена параллельно с внедрением технологии получения и использования  $H_2$ .

Использование водорода в конкретном производстве также имеет индивидуальный характер, связанный с особенностью технологического режима данного производства, где система сжигания водорода должна быть адаптирована в общую технологическую схему производства, в соответствии со свойствами водорода с обеспечением высокой степени безопасности, как само производство  $H_2$ , так и производства его использования в качестве энергопотребления.

В общем, производство и применение водорода – это особая отрасль, которая по существу отличается от традиционных отраслей химического производства высокими требованиями по наукоёмкости, обеспечению безопасного и продуктивного использования, применению материалов с высокими коэффициентами конструктивного качества, использованию малоэнергоёмких и комплексных безотходных технологий, позволяющих получить не только водород и его соединения, но и много других химических веществ. Комплексность получения водорода в сочетании с другими химическими продуктами не только снижает себестоимость его производства, но и обеспечивает степень его чистоты, что позволит расширять область его применения. Решение указанных проблем ускоряет развитие водородной энергетики как звено зеленой экономики.

### **Заключение**

Учитывая существующий потенциал республики в сырьевых материалах, научно-технической базы по подготовке специалистов и выполнения научно-технических исследований, наличие многочисленных предприятий, где имеется возможность в качестве энергоносителя заменить уголь на водород, получаемого из угля, можно заключить, что вышеуказанное постановление Правительство Таджикистана вполне осуществимо. Развитие водородной энергетики совместно с дальнейшим развитием гидроэнергетики заложат основу создания зеленой экономики.

### **Список литературы**

1. Таджикистан: миллиард долларов на борьбу с  $CO_2$  – <https://livingasia.online>.

2. Послание Президента Республики Таджикистан Маджлиси Оли Республики Таджикистан. – Душанбе, 23 декабря 2022 года.
3. Стратегия развития «зелёной» экономики в Республике Таджикистан на 2023–2037 годы (Приложение 1 к постановлению Правительство Республики Таджикистан от 30 октября 2022 года). – [http: /www adlia.tj^show\\_doc](http://www.adlia.tj/show_doc).
4. Гидротехнические ресурсы Таджикистана. – [https: //www.mewr.tj](https://www.mewr.tj).
5. Абдурахимов, Б.А., Охунов Р.В. Угольная промышленность Таджикистана, состояние и перспективы развития. – Душанбе:Недра, 2011,248с.
6. Шарифов, А., Мирсаидов У.М. Концепция внедрения водородной энергетики в Таджикистане. – Доклады НАНТ, 2023, т.66, №5–6, с.337–343.
7. Мирсаидов У.М. Алюмогидриды металлов. – Душан-бе:Дониш, 2004, 86 с.
8. Мирсаидов У.М. Синтез и свойства гидрида алюминия. – Душанбе: Дониш, 2004,105 с.
9. Мирсаидов, У.М. Борогидриды металлов. – Душанбе: Дониш, 2004, 40 с.
10. Мирсаидов, У.М. Синтез, свойства и химические превращения боро–и алюмогидридов металлов. – Душанбе: Дониш, 2005,295 с.
11. Патент РТ № 974 от 19.06.2018 (Патент Евразии № 037398 от 24.04.2021). Способ газификации угля для производства тепла и химических веществ.
12. Патенты РТ № 1051 от 16.05.2019 и №1415 от 18.05.2023. Способ газификации угля.
13. Шарифов, А., Хамроев Ф.Б., Шодиев Г.Г. Высокоэффективные технологии газификации угля. – Материалы республиканской научно–практической конференции «Наука–основа инновационного развития», Душанбе, ТГУ, апрель 2020, С.332–336.
14. Шарифов, А., Гайбуллаева З.Х., Насимов Г.Т., Безотходная технология газификации угля для получения тепла и химических веществ–Горный журнал, 2022, №9, С.134–139.
15. Гайбуллаева, З.Х., Гадоев Т.Х., Асроров Б.И., Бахриддинзода Ш.Б., Шарифов А. Ресурсосберегающая технология переработки угля месторождения Фон–Ягноб.–Доклады НАНТ, 2023, т.66, №3–4, с.230–235.

#### **ЭНЕРГЕТИКА ГИДРОГЕНӢ – ТЕЗОНАНДАӢ БАҶПОКУНИИ ИҚТИСОДИӢТИ САБЗ ДАР ТОҶИКИСТОН**

*Аннотатсия:* Дар мақола ғоидарасони энергетикаи гидрогенӣ барои барпо намудани иқтисодиёти сабз дар Тоҷикистон асоснок карда шудааст.

*Калидвожаҳо:* энергиябаранда, гармидиҳӣ, энергетикаи гидрогенӣ, иқтисодиёти сабз.

#### **HYDROGEN ENERGY – AN ACCELERATOR FOR CREATION OF GREEN ECONOMY IN TAJIKISTAN**

*Annotation:* The article substantiates the effectiveness of hydrogen energy for creating a green economy in Tajikistan.

*Keywords:* energy carrier, calorific value, hydrogen energy, green economy.

# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ

Азизулова М.Х.

*Инчонский Национальный Университет Кореи*

**Аннотация:** В статье представлен анализ текущего состояния и перспектив развития возобновляемых источников энергии в Таджикистане, с особым фокусом на потенциал солнечной и ветровой энергии. Освещаются ключевые препятствия, которые сдерживают активное внедрение ВИЭ в стране, предоставляя комплексное понимание существующих проблем и возможных путей их решения.

**Ключевые слова.** Энергетика, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, ветровая энергия, энергетический потенциал.

В настоящий исторический момент, когда глобальные изменения климата и устойчивость энергоснабжения занимают центральное место в международной повестке дня, неотложным становится вопрос разработки и внедрения инновационных стратегий энергетической безопасности. Стратегическое значение энергетической политики Республики Таджикистан, страны с богатым гидроэнергетическим потенциалом и внушительным арсеналом невоспроизведенных возобновляемых энергоресурсов, не может быть переоценено [1].

Таджикистан, где бурные реки и внушительные горные хребты формируют пейзаж, является страной с выдающимся гидроэнергетическим потенциалом, составляющим основу его энергетического портфеля. Страна успешно привлекла вложения мировых держав в развитие этого отраслевого сектора, что подчеркивает его геополитическое значение. Тем не менее, эра переосмысления и диверсификации энергетического баланса требует от Таджикистана более углубленного анализа возможности интеграции других видов возобновляемой энергии в национальную энергетическую схему [2].

Анализируя диалектику энергетического развития страны, нельзя не упомянуть о выдающейся роли, которую играла энергетическая отрасль во времена Советского Союза, когда Таджикистан отличался передовыми показателями не только среди союзных республик, но и в азиатском регионе в целом. Хотя политические потрясения серьезно повлияли на отрасль, она сумела сохранить свою жизнеспособность и теперь остается на пороге нового витка развития [3].

Согласно статистическим данным, Таджикистан по праву занимает одно из лидирующих мест в мире по производству "зеленой" энергии, с долей в 98% от общего объема произведенной электроэнергии [4]. Однако, несмотря на это, страна сталкивается с рядом вызовов, включая острую зимнюю энергодефицитность и возрастающую зависимость от импорта энергоресурсов для удовлетворения внутренних потребностей [5].

В данном контексте пристальное внимание к развитию ветроэнергетики и солнечной энергии представляется наиболее разумным стратегическим

выбором. Учитывая изменения климата и возможное таяние ледников, что приведет к снижению водных ресурсов для гидроэлектростанций, активизация исследований и разработок в области ветровой и солнечной энергии выходит на первый план. Это не только поможет в борьбе с изменением климата, но и обеспечит устойчивое и надежное энергоснабжение для всей страны [6].

Исходя из вышеописанного, можно сделать вывод, что для обеспечения энергетической устойчивости и экологической безопасности Таджикистана, необходима более активная интеграция альтернативных источников энергии, таких как ветровая и солнечная энергетика, в национальную энергосистему. Это не только уменьшит зависимость от гидроэнергетики, но и создаст фундамент для устойчивого и благоприятного энергетического будущего страны.

**Потенциал и перспективы солнечной энергии в Таджикистане.** Прогресс в сфере зеленой энергетики остается умеренным, несмотря на богатый потенциал возобновляемых источников энергии в Республике Таджикистан. Солнечные панели и гелиоколлекторы, хотя и имеют ограниченное применение, служат ключевой роли в обеспечении бытовых потребностей населения в горных районах [7].

Расширенное внедрение возобновляемых источников могло бы эффективно сократить энергетический дефицит, особенно в зимний период. В ответ на эту потребность правительство Таджикистана активизировало усилия по электрификации сельских районов через альтернативные источники, приняв ряд законов, направленных на краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное развитие в этой сфере.

Солнечное излучение, являясь краеугольным камнем климатической системы и первичным источником всей возобновляемой энергии, представляет особый интерес для Таджикистана. Учитывая уникальные природные и климатические условия, Таджикистан выделяется как один из наиболее перспективных регионов Центральной Азии для эффективного использования солнечной энергетики. По оценкам местных экспертов, солнечный ресурс страны может достигать порядка 25 миллиардов кВтч в год, удовлетворяя до 20% национального энергетического спроса [8].

При таком количестве солнечных дней, достигающем до 280 в году в некоторых регионах, солнечная энергия имеет потенциал обеспечить до 80% электроэнергетических потребностей Согдийского региона в течение большей части года. Это может привести к значительной экономии ресурсов, эквивалентной 460 млн м<sup>3</sup> газа [9].

Применение солнечной технологии уже демонстрирует положительные результаты в медицинских учреждениях Душанбе. В Мургабском районе ГБАО, при поддержке ЮНИДО, солнечная энергия обеспечивает потребности более десяти тысяч человек, и этот показатель продолжает расти [6].

**Ветровая энергия как стратегическая альтернатива в Таджикистане.** Ветровая энергия выступает ключевым альтернативным источником энергии для Республики Таджикистан, хотя ее истинный потенциал в стране еще предстоит основательно исследовать. Оценки различных исследовательских источников свидетельствуют о возможном потенциале ветровой энергии в пределах 30-100 млрд кВтч в год, приближаясь к масштабам возможного использования гидроэнергетических ресурсов. Важно отметить, что замкнутые котловины и районы у подножий гор характеризуются высокими показателями безветренных периодов, достигающими 44-58%, в то время как в предгорных и горных районах этот показатель уменьшается до 30% [10].

Тем не менее, текущая инфраструктура метеорологических наблюдений в Таджикистане находится в стадии развития и нуждается в дополнительных инвестициях. Отсутствие детальных исследований, таких как измерение скорости ветра на высоте 30 метров, делает текущую картину потенциала ветровой энергетики несколько размытой. Однако на основе имеющихся данных эксперты оценивают потенциал ветроэнергетики в диапазоне от 25 до 150 млрд кВтч в год [9].

Учитывая реальный и предполагаемый потенциал солнечной и ветровой энергетики в республике, можно констатировать, что существующие возобновляемые ресурсы, которые могут решать проблему дефицита электроэнергии в горных районах Таджикистана, в настоящий момент не используются в полной мере.

Несмотря на то что в республике пока не установлены ветроэнергетические комплексы, определенные регионы, такие как Анзобское ущелье, Худжанд и Файзабад, предоставляют возможность для совместного использования гидро- и ветроэнергетики. В указанных районах скорость ветра достигает значений порядка 3-4 м/с, делая их потенциально перспективными для внедрения данной технологии [7].

**Юридическое регулирование интеграции возобновляемых источников энергии.** В современном мире, с учетом глобальных вызовов экологии и климатических изменений, акцентируется внимание на развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Многие развитые страны уже внедрили систему "Зеленых сертификатов", которые служат не только инструментом подтверждения производства чистой энергии, но и создают дополнительный рыночный механизм для торговли этими сертификатами.

В своем последнем Послании, Президент Республики Таджикистан подчеркнул важность данного направления, отметив потенциал применения Зеленых сертификатов на национальном уровне. Производители возобновляемой энергии, имея данный сертификат, будут иметь доступ к ряду экономических привилегий, включая льготные кредиты, механизмы отсрочки уплаты инвестиционного налога, а также освобождение от определенных налоговых обязательств. Это обеспечивает значительные

стимулы для привлечения как отечественных, так и иностранных инвестиций.

Новая редакция Налогового кодекса Республики Таджикистан, вступившая в силу с 01.01.2022 года, включает ряд налоговых льгот с учетом мировых тенденций в сфере стимулирования инвестирования в ВИЭ. Меры, такие как отсрочка уплаты инвестиционного налога или освобождение от налогов на ввоз оборудования, создают благоприятную среду для развития и строительства солнечных и ветровых электростанций, усиливая экономический стимул для инвесторов.

Закон Республики Таджикистан «Об Использовании возобновляемых источников энергии», принятый в 2010 году, уже регулирует взаимоотношения между производителями и потребителями ВИЭ. Однако с учетом реорганизации энергетической структуры республики потребуются адаптация и пересмотр многих положений, особенно в части оплаты и компенсации затрат на возобновляемую энергию [4].

В заключение, актуализация государственного регулирования в области ВИЭ становится неотъемлемой частью стратегии привлечения инвестиций и обеспечения устойчивого энергетического будущего для Таджикистана.

**Препятствия интеграции возобновляемых источников энергии.** В текущей энергетической ситуации Республики Таджикистан выделяются определенные вызовы, которые связаны с интеграцией возобновляемых источников энергии. Основные препятствия, с которыми сталкивается страна, можно объединить в три главные области: правовые и институциональные аспекты, финансовые вопросы и информационные проблемы.

В рамках правовых и институциональных аспектов основной проблемой является отсутствие хорошо продуманных законодательных и регулятивных мер для продвижения альтернативных источников энергии. Также есть различия в подходах к энергетической и экологической политике, а институциональные ресурсы на разных уровнях управления требуют усиления.

Среди финансовых препятствий наиболее заметным является недостаток как внутренних, так и внешних инвестиций в сектор ВИЭ, отсутствие выгодных кредитных условий для долгосрочных проектов и неэффективное государственное финансирование. Кроме того, на рынке электроэнергетики наблюдаются конкурентные проблемы.

Что касается информационных барьеров, то здесь на передний план выходят проблемы недостаточной информированности о новейших технологиях ВИЭ, отсутствие достоверной и своевременной информации для инвесторов и участников рынка, а также нехватка профессионалов в сфере ВИЭ и энергетики [7].

Учитывая текущие тенденции и выявленные препятствия, акцентирование внимания на интеграции возобновляемых источников энергии в электроэнергетическую систему Республики Таджикистан становится не просто мерой технологического прогресса, но и

стратегическим шагом к диверсификации и устойчивому экономическому росту. В этой связи стоит придать особую значимость децентрализованной энергетике, глубокому анализу возможных путей модернизации, учитывая потенциал ВИЭ, и активным действиям по преодолению препятствий, мешающих широкому внедрению альтернативных источников энергии.

### **Заключение.**

В заключение, интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергетическую матрицу Республики Таджикистан выступает не просто как опциональная стратегия, но как насущная необходимость для обеспечения устойчивого развития. Поддержка гидроэнергетического сектора несет в себе значительный потенциал, однако разнообразие энергетических источников, включая солнечную и ветровую энергию, является ключевым элементом для устойчивости и гармонизации национальной энергосистемы.

Переход к интегрированной модели, поддерживаемой юридической и финансовой инфраструктурой — включая внедрение «Зеленых сертификатов» и реформу налогового кодекса — является катализатором для инвестиционной активности и социально-экономического прогресса.

Несмотря на выдающийся гидроэнергетический потенциал, Таджикистан находится на перепутье, где углубленный анализ, координация между различными уровнями управления и активное взаимодействие с международными партнерами могут дать толчок к новому витку устойчивого развития.

Наконец, учитывая глобальные экологические вызовы и нарастающую потребность в энергетической безопасности, скоординированный и целенаправленный подход к развитию ВИЭ становится неотъемлемой частью национальной энергетической стратегии, подкрепленной активным привлечением международного опыта и передовых технологий.

### **Список литературы**

1. Соловова Ю.В. Трансформации мировой энергетической системы в контексте тенденции энергетического перехода. 2021. Стр 49.
2. Акишев. У.У. Энергетический потенциал и энергетическая инфраструктура республик Центральной Азии. 2019. Стр 839.
3. Чилаев Р.С. Проблемы и перспективы развития энергетической отрасли в Республики Таджикистан. 2019. Стр 260.
4. Муминов П.Д. Перспективы развития возобновляемой энергетики в Республике Таджикистан на основе международного опыта. 2023. Стр 115-117.
5. Shadrina E. Non-Hydropower Renewable Energy in Central Asia: Assessment of Deployment Status and Analysis of Underlying Factors. 2020. Стр 7.
6. Расулов Г. Государственная политика Таджикистана в производстве и реализации возобновляемой энергии. 2021. Стр 58-60.

7. Тошходжаева М.И. Мирзоахмедов А.А. Проблемы применения локальных источников энергии на базе ВИЭ в Республике Таджикистан. 2019. Стр 74-77.

8. Isozoda D.T., Makhsumov I.B. Creating a map of the solar energy potential of The Republic of Tajikistan. 2023.

9. Рахимов О.С. Тошходжаева М.И. Распределенная генерация на основе возобновляемых источников энергии и перспективы их применения. 2020. Стр 347.

10. Ализода З. Альтернативные источники электроэнергии в Республике Таджикистан. 2020. Стр 80-81.

#### **МАНБАҶОИ БАҶҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ ДАР ТОҶИКИСТОН: ДУРНАМОИ ЭНЕРГИЯИ ОҒТОБ ВА ШАМОЛ**

*Аннотатсия.* Дар мақола таҳлили вазъи кунунӣ ва дурнамои рушди манбаъҳои баҷқароршавандаи энергия дар Тоҷикистон бо таваҷҷӯҳ ба иқтисодии нерӯи оғтоб ва шамол оварда шудааст. Монеаҳои асосие, ки ба татбиқи фаъолонаи манбаъҳои баҷқароршавандаи энергия дар кишвар монеъ мешаванд, нишон дода шудаанд, ки дарки ҳамаҷонибаи мушкилоти мавҷуда ва роҳҳои имконпазири ҳалли онҳоро таъмин мекунанд.

*Калидвожаҳо.* Энергетика, манбаъҳои баҷқароршавандаи энергия, энергияи оғтоб, энергияи шамол, иқтисодии энергетикӣ.

#### **RENEWABLE ENERGY SOURCES IN TAJIKISTAN: PROSPECTS FOR SOLAR AND WIND POWER**

*Abstract.* The article provides an analysis of the current state and prospects of renewable energy sources in Tajikistan, with a particular focus on the potential of solar and wind power. The key barriers hindering the active implementation of RES in the country are highlighted, offering a comprehensive understanding of existing challenges and possible solutions.

*Keywords.* Renewable energy sources, solar power, wind power, energy potential.

#### **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКИХ РЕГИОНАХ**

**Юлдашев З.Ш., Ботуров К.**

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

*Аннотация:* В данной статье предложен инновационный вариант энергокомплекса, где рассмотрена возможность использования четырех и более источников возобновляемой энергии, конструкция которого признана изобретением. Выверено, что оптимальное количество используемых источников возобновляемой энергии в энергокомплексе определено зависит от характеристик источника возобновляемой энергии (скорость ветра, длительность солнечной радиации и угол наклона лучей солнца к горизонту, напор и расход потока воды и объема получаемого биогаза и др.) и потребляемой мощности потребительской энергетической системы. Проанализирован полный жизненный цикл источника энергии при помощи сравнения

*различных видов энергии. На основе анализа количества выработанной и потребленной электрической энергии на соответствующем источнике возобновляемой энергии по показаниям на сенсорном жидкокристаллическом дисплее представлены результаты энергоэффективности (отношение количества выработанной энергии к теоретическому количеству вырабатываемой энергии, например, за сутки, неделю) того или другого источника возобновляемой энергии. Определены случаи необходимости принятия решения о замене неэффективного источника возобновляемой энергии (например, если энергоэффективность использования солнечной батареи выше энергоэффективности ветроэнергетических установок, то принимается решение об увеличении мощности солнечной батареи (увеличивается количество солнечных батарей) или наоборот). Разработанный авторами энергокомплекс для энергообеспечения энерготехнологических процессов (как источник зеленой энергии) рекомендуется использовать как автономный источник в труднодоступных горных районах, где отсутствует централизованное энергообеспечение.*

**Ключевые слова:** энергокомплекс; возобновляемые источники энергии; зеленая энергия; энергоэффективность; энергоемкость; энергообеспечение.

**Введение.** В настоящее время в мире все больше и больше обсуждается проблема перехода к устойчивому развитию сообщества нации, развитых, развивающихся, слаборазвитых стран или регионов со своими географическими, национальными и историческими особенностями. Одним из общих определяющих параметров устойчивости развития является энергетика (энергоресурсы, потребление, выработка, установленная мощность и т.п.). Создание устойчивой системы энергообеспечения потребителей - необходимое условие обеспечения устойчивости экономического, политического и индустриального развития общества. До сегодняшнего дня в мире более 90% всей потребляемой человеком энергии, приходится на долю органического топлива. Тем не менее, осознание того, что этот ресурс рано или поздно закончится, говорит о принятии определенных мер для существенных структурных изменений в ресурсной основе всего мирового энергетического сектора.

Сокращение запасов органического топлива усугубляется нерациональным и не комплексным использованием сырья, а также загрязнением окружающей среды. Эта тенденция, а также постоянный рост потребности в энергии выдвигают требования поиска альтернативных источников энергии и эффективного использования имеющихся ресурсов. По мнению многих специалистов в качестве последних могут служить возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Зеленая энергия – это любой вид энергии, который вырабатывается из природных ресурсов, в качестве источника энергии зеленая энергия часто исходит из технологий возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия, биомасса и гидроэлектроэнергия. Каждая из этих технологий работает по-разному, будь то получение энергии от солнца, как солнечные панели, или использование ветряных турбин или потока воды для выработки энергии [1].

О необходимости масштабного использования ВИЭ сегодня упоминается в серьезных государственных и международных программах, в

специальной и популярной литературе, о них много говорится на различных форумах и конференциях. По инициативе ЮНЕСКО постоянно проводятся мероприятия, призывающие обратить внимание различных стран мира на необходимость и важность поддержки внедрения ВИЭ в практику, и это имеет за собой теоретические и практические основания. А в целом внедрение энергооборудования на основе ВИЭ имеет для каждой страны существенную целесообразность и актуальность. Энергия возобновляемых источников поистине огромна и превышает объем годовой добычи всех видов углеводородного сырья. Важно отметить то, что их использование возможно практически во всех регионах мира, в том числе и в Таджикистане.

Положительной стороной ВИЭ является то, что их использование не изменяет энергетический баланс планеты, что и послужило причиной бурного развития нетрадиционной энергетики за рубежом и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшем десятилетии. ВИЭ играют значительную роль в решении трех глобальных проблем, стоящих перед человечеством: энергетика, экология и продовольствие. Несмотря на то, что Таджикистане имеются огромные запасы углеводородных энергоресурсов, здесь базируются огромные запасы и возобновляемых источников энергии. Однако для их участия в энергетическом балансе страны оставляет желать лучшего (около 2 - 3%). В настоящее время одними из главных проблем для энергетики Таджикистан считается острая нехватка электроэнергии удаленных потребителей, особенно тех, которые расположены в районах децентрализованного электроснабжения. Для таких потребителей использование ВИЭ является наиболее перспективным направлением.

*Альтернативная энергетика для Таджикистана* – это важная и разноплановая проблема. Доведение доли использования ВИЭ в целом по Таджикистану до 20...30% от общего энергобаланса, ну а в последствие увеличение этого показателя, смогло бы сыграть важную роль при полном исчерпании ископаемых ресурсов. И главным для этого считается необходимость применения соответствующего государственного регулирования с целью создания условий для привлечения инвестиций в энергосбережение, развитие ВИЭ. Актуальность темы определяется тенденцией развития энергетики Таджикистана, и необходимостью решения энергетических проблем, связанных с энергосистемой региона, и, прежде всего, проблем энергоснабжения труднодоступного от централизованной системы потребителя. При этом достичь высокого социального эффекта и минимального воздействия на окружающую среду.

Зеленая энергия важна для окружающей среды, поскольку она заменяет негативное воздействие ископаемого топлива более экологически чистыми альтернативами. Зеленая энергия, получаемая из природных ресурсов, также часто является возобновляемой и чистой, что означает, что они не выделяют парниковых газов или выделяют их в небольшом количестве и часто легкодоступны. Даже если принять во внимание полный жизненный цикл

источников зеленой энергии, они выделяют гораздо меньше парниковых газов, чем ископаемое топливо, а также несущественное количество (или низкий уровень) загрязнителей воздуха. Это благоприятно не только для планеты в целом, но также предпочтительнее для здоровья людей и животных, жизненной необходимостью которых является поглощение воздуха. Зеленая энергетика способна заменить ископаемое топливо в будущем, однако для достижения этой цели может потребоваться мощнейшее современное производство с использованием всевозможных средств. Геотермальная энергия, например, особенно эффективна в тех местах, где этот ресурс легко использовать, в то время как энергия ветра или солнечная энергия могут лучше подходить для других географических мест. Чтобы по-настоящему сравнить различные виды энергии, необходимо проанализировать полный жизненный цикл источника энергии. Это включает в себя оценку энергии, используемой для создания ресурса зеленой энергии, определение того, сколько энергии может быть преобразовано в электричество, и любую очистку окружающей среды, которая потребовалась для создания энергетического решения. Зеленая энергия приносит реальную пользу окружающей среде, поскольку энергия поступает из природных ресурсов, таких как солнечный свет, ветер и вода. Эти постоянно пополняемые источники энергии являются прямой противоположностью неустойчивому ископаемому топливу с выбросом углерода, которое использовалось нами более века. Создание энергии с нулевым углеродным следом – существенный шаг к наиболее экологически безопасному будущему.

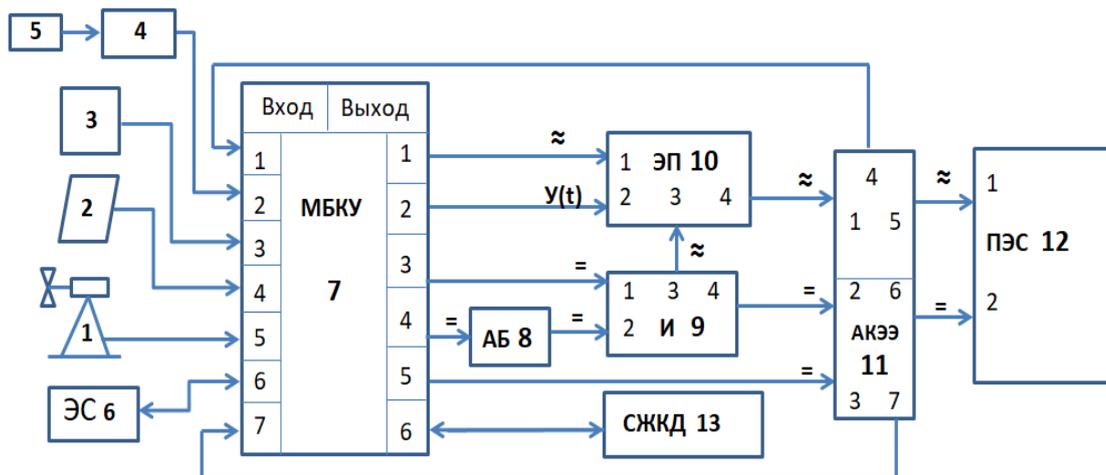
Если представляется возможным использовать его для удовлетворения наших энергетических, промышленных и транспортных потребностей, то человечество сможет значительно снизить свое негативное воздействие на окружающую среду. Все указанные выше ВИЭ могут использоваться либо моноэнергостанциях, использующих один вид оборудования (ветроэнергетические установки (ВЭУ) или фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), либо в составе комплексных установок, состоящих, как правило, из вариативного набора нескольких ВИЭ в разных сочетаниях. В состав комплексных установок для гарантированного обеспечения энергией включают дизель-генератор. Существуют комплексные установки: ветро-солнечные, ветро-дизельные и дизель-ветро-солнечные, использующие два или три ВИЭ. Таким образом, с учетом местных, региональных или территориальных возможностей гипотетически возможно повышение резервирования энергокомплексов до пяти – шестью и более видами оборудования. Широкое использование комплексных установок энергоснабжения на основе ВИЭ может способствовать ускоренному решению задач для энергообеспечения децентрализованных потребителей, а также может сформировать новые подходы к развитию теории и практики возобновляемой энергетике, особенно в труднодоступных горных районах. Возобновляемая энергетика: солнечная инсоляция, скорость ветра, скорость

течения реки обладают стохастическими характеристиками. Большая часть рисков при использовании возобновляемой энергетики по причине стохастичности процессов является основной проблемой для крупных энергопотребителей при решении вопроса внедрения и распространения ВИЭ [2].

Необходимость использования именно комплексных установок ВИЭ, а не монокомплексов ВИЭ с одним источником энергии, для Республики Таджикистан объясняется следующими факторами: – ветер со средней скоростью 4...6 м/с на всей территории страны, обусловленный резко континентальным климатом и удаленностью республики от морей и океанов; – децентрализованное расположение производственных мощностей и населенных пунктов, а также экономическая нецелесообразность строительства или восстановление устаревших протяженных линий электропередач; – неравномерное распределение по территории республики горных рек, а также их сезонность (река полноводна в период весна–осень); – зависимость производства электроэнергии от уровня воды в водохранилищах. Один из основных условий использования ВИЭ заключается в разработке системного (комплексного) подхода к выбору параметров энерготехнологических процессов выпускаемой продукции, повышения их энергоэффективности, т.е. снижения их энергоемкости с целью снижения энергозатрат.

В настоящее время развитие энергетики, а также и других технических отраслей немислимо без использования математики, физики и точных наук. Российский лауреат Нобелевской премии Ж. И. Алферов еще в 2003 г. подчеркнул, что будущее энергетики мира заключено в энергосбережении и достижениях в области солнечной энергии и других возобновляемых источников [2, 3]. Атомная энергетика после событий на АЭС Чернобыльской (1986 г.) и «Фукусима-1» в Японии (2011 г.) в очередной раз поставила под сомнение актуальность своего дальнейшего развития в мире. В то время как активно и успешно развиваются, являются востребованными солнечная, ветровая и другие ВИЭ, имеющие ежегодный прирост установленных мощностей от 10 до 40%. В связи с вышесказанным, для энергообеспечения многочисленных частных хозяйств, потребителей на удаленных горных децентрализованных территориях создаются малые комплексные системы ВИЭ мощностью от единиц киловатт до сотни кВт. Мировой опыт освоения ресурсов возобновляемых источников энергии показывает, что использование только одного вида ВИЭ в системах энергоснабжения автономных потребителей не всегда позволяет обеспечить надежное и бесперебойное энергоснабжение из-за физических особенностей самих ВИЭ [4, 5].

**Материалы и методы.** Для энергообеспечения труднодоступных горных районов авторами статьи разработан энергокомплекс. На рисунке 1 приведена упрощенная структурная схема энергокомплекса для энергообеспечения энерготехнологических процессов, объединяющих ветроэнергетическую установку, солнечную батарею, микро-ГЭС и метантенк (от англ. methane – метан и англ. tank – резервуар) для питания биогазом двигателя внутреннего сгорания, приводящего во вращение генератор.



**Рис. 1.** Упрощенная структурная схема энергокомплекса для энергообеспечения энерготехнологических процессов: 1 – ветроэнергетическая установка (ВЭУ); 2 – солнечная батарея (СБ); 3 – микро-ГЭС (МГЭС); 4 – дизельная электрическая станция (ДЭС) 5 – метантенк (МТ); 6 – электрические сети (ЭС); 7 – микропроцессорный блок контроля и управления (МБКУ); 8 – аккумуляторной батареи (АБ); 9 – инвертор (И); 10 – электронный переключатель (ЭП); 11 – анализатор качества электрической энергии (АКЭЭ); 12 – потребительская энергетическая система (ПЭС); 13 – сенсорный жидкокристаллический дисплей (СЖКД).

Количество используемых источников возобновляемой энергии в энергокомплексе может составлять 4 и более источников. Количество используемых источников возобновляемой энергии зависит от характеристик источника возобновляемой энергии (скорость ветра, длительность солнечной радиации и угол наклона лучей солнца к горизонту, напор и расход потока воды и объема получаемого биогаза и др.) и потребляемой мощности ПЭС [5, 6].

Энергия, вырабатываемая на ВЭУ, СБ, МГЭС и ДЭС (например, переменный ток и (или) постоянный ток) поступает на соответствующие входы МБКУ. При полном отсутствии энергии от источников возобновляемой энергии ЭС может быть единственным источником энергообеспечения для ПЭС. При превышении производства энергии над потребностью энергии в ПЭС МБКУ может передавать (возвращать) в ЭС 6 излишне выработанного количество энергии. МБКУ, который выполнен

одним из известных способов, преобразует переменный ток и (или) постоянный ток при помощи контроллеров на постоянный ток для зарядки АБ. При выработке постоянного тока, превышающего ток зарядки АБ, МБКУ напрямую подает постоянный ток на И, который преобразует в переменный ток. На И также поступает постоянный ток от АБ. При этом МБКУ может преобразовывать переменный ток и (или) постоянный ток на однофазный или трехфазный переменный ток промышленной частоты 50 Гц для питания ПЭС одним из известных способов.

При снижении качества постоянного тока АКЭЭ подает сигнал на МБКУ. МБКУ с выхода 5 подает постоянный ток напрямую на вход 3 АКЭЭ, тем самым обеспечивая ПЭС качественным постоянным током. При снижении качества переменного тока, который поступает от ЭП через АКЭЭ на ПЭС, АКЭЭ вырабатывает сигнал, который с выхода 4 АКЭЭ поступает на вход 1 МБКУ. Команда на управление  $u(t)$  ЭП поступает с выхода 2 МБКУ на вход 2 ЭП, который переключает переменный ток, поступающий, например, с выхода 1 МБКУ на вход 1 ЭП на переменный ток, поступающий с выхода 3 И на вход 3 ЭП, или наоборот, тем самым выбирая источник с качественной энергией. Качество переменного тока характеризуется следующими параметрами, например: – частота тока, колебание напряжения, форма синусоиды; – для трехфазных цепей – асимметрия, фазировка и др. АКЭЭ может быть выполнен, например, для контроля одного и наиболее важных параметров переменного и постоянного тока.

Баланс мощности энергокомплекса и ПЭС может быть записан следующим образом:

$$P_{ЭК} \geq P_{ПЭС} = \sum_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

где  $P_{ЭК}$ - мощность энергокомплекса, кВт;  $P_{ПЭС}$ - суммарная мощность ПЭС, кВт;  $P_i$  – мощность  $i$ -того потребителя ПЭС;  $n$  – количество потребителей энергии.

Аналогичным образом запишется баланс энергии энергокомплекса и ПЭС, и может быть записан следующим образом:

$$E_{ЭК} \geq E_{ПЭС} = \sum_{i=1}^n E_i, \quad (2)$$

где  $E_{ЭК}$ - энергия вырабатываемая энергокомплексом, МДж;  $E_{ПЭС}$ - суммарная потребляемая энергия ПЭС, МДж;  $E_i$  - энергия, потребляемая  $i$ -ым потребителем ПЭС.

ПЭС состоит из энерготехнологических процессов, где происходит под действием энергии получение продукта с другими качественными показателями (консервный цех, цех по переработке продуктов растениеводства, животноводства и птицеводства), фермерских (дехканских) хозяйств, садоводство, пчеловодство, горные пастбища (стрижка овец, поение животных и другие), а также промышленные объекты. ВЭУ, СБ, МГЭС и МТ являются устройствами, которые вырабатывают энергию на основе ВИЭ (ветер, солнце, речной поток и биомасса), имеющие случайный характер (например, солнечная энергия поступает только в светлое время суток). ДЭС работает на метане, образующемся в МТ. При наличии одного

или более видов возобновляемой энергии, а также ДЭС, являющейся по отношению к другим источникам, запасной, электрическая энергия от них будет поступать в МБКУ. На основе анализа количества выработанной и потребленной электрической энергии на соответствующем источнике возобновляемой энергии по показаниям на СЖКД 13 можно делать вывод об энергоэффективности (отношение количества выработанной энергии к теоретическому количеству вырабатываемой энергии, например, за сутки, неделю) того или другого источника возобновляемой энергии и принять решение о замене неэффективного источника возобновляемой энергии (например, если энергоэффективность использования СБ выше энергоэффективности ВЭУ, то принимается решение об увеличении мощности СБ (увеличивается количество СБ) или наоборот).

**Результаты и обсуждение.** Для снижения аварийности и обеспечения надёжного энергообеспечения многочисленных частных хозяйств, потребителей на удаленных горных децентрализованных территориях предлагается использовать разработанный энергокомплекс для энергообеспечения энерготехнологических процессов с использованием традиционных и возобновляемых источников энергии, позволяющую полностью обеспечить электроснабжения частного хозяйства. К модели энергетического комплекса, имитирующему электроснабжение оборудования, подключалась активная и индуктивная нагрузка. Расчеты показали, что мощность каждого из этих источников энергии в зависимости от месторасположения ПЭС и ее потребности в энергии может иметь различные значения (например, от 1 до 500 кВт и более) [4, 7].

Подтверждено, что описанные в литературе гибридные энергетические системы, в которые входят топливные и возобновляемые электрогенераторы, могут гарантированно обеспечивать электроэнергией особо важные объекты, имеющие большой набор заградительного оборудования, где недопустимы перерывы в работе. Результаты проведенных расчетов показали, что разработанный энергетический комплекс полностью обеспечивает электроэнергией всё оборудование и заряд аккумуляторных батарей с её резервированием.

**Заключение.** Решение важной научной и народнохозяйственной задачи повышения эффективности использования возобновляемых источников и энергообеспечения потребителей республики Таджикистан, потребовало проведения комплексных исследований, основные результаты которых могут быть сформулированы следующим образом:

1) проведенный анализ современного состояния энергетики Таджикистан показал, что республика располагает ограниченным количеством электростанций (гидроэлектростанций), которые размещены весьма неравномерно. При этом в настоящее время одними из главных проблем для энергетики Таджикистана, считается ввод ограничение электроэнергии осенью и зимой, особенно после засушливого лета. В это время, уровень воды низкий, а потребление электроэнергии возрастает.

Около 70% населения испытывает значительный дефицит в зимний период, особенно у потребителей, удаленных от централизованного энергоснабжения;

2) большая разбросанность на территории Таджикистана малых городов, райцентров, поселков, хозяйственных точек и производственных объектов, в которых проживает преобладающая часть населения, обуславливает сооружение весьма протяженных линий электропередачи. В результате чего в регионе существует множество децентрализованных потребителей, в строительстве распределительных линий многократно превышает оптимальный радиус электроснабжения, крайне удорожает эксплуатацию распределительной сети, ухудшает режим работы и приводит к большим технологическим потерям электроэнергии;

3) современное состояние электроэнергетической отрасли республики таково, что определяющим фактором становятся не только проблемы выработки электроэнергии, сколько проблемы ее доставки потребителям. При отказе распределительной сети электроэнергия, выработанная на электростанциях или поступившая из-за рубежа, не сможет быть доставлена до потребителя. Это новая стратегическая ситуация, требующая привлечения к себе самого пристального внимания и выработки принципиально новых подходов. Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что перед Таджикистаном стоит важная задача - обеспечение роста производства электрической энергии. Решение этой задачи может идти различными путями. Это строительство, техническое перевооружение и расширение существующих электрических станций, внедрение ресурсосберегающих технологий и т.п., в основном в целях энергоснабжения сельских децентрализованных потребителей. При этом нельзя сбрасывать со счетов использование возобновляемых источников энергии. Энергокомплекс для энергообеспечения энерготехнологических процессов как источник зеленой энергии позволит обеспечить надежное и бесперебойное электроснабжение автономного источника в труднодоступных горных районах, где отсутствует централизованное энергообеспечение. В связи с модульной конструкцией для каждого региона состав источников возобновляемой энергии и комплектация энергокомплекса будут различны. Также необходимо предусмотреть в ПЭС использование оборудования, потребляющего энергию с высокими энергоэффективными показателями (с низкими показателями энергоемкости выпускаемой продукции).

### **Список литературы**

1. Велькин В. И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2015. 226 с.

2. Карпов В. Н., Юлдашев З. Ш. Технологическая востребованность и техническое сопровождение увеличения потребления энергии в АПК: монография. СПб.: СПбГАУ, 2021. 168 с.

3. Karpov V. N., Kosoukhov F. D., Epifanov A. P., Yuldashev Z. Sh., Kolosovsky V. V. Consumer Systems in Agricultural Economics: Focus on Energy Efficiency and Digital Technology / The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Springer. 2021. Vol. 1. P. 634–641.

4. Малый патент № TJ 1172 РТ. МПК (2006) F 03 D 9/25. А 01 С 3/02. F 01 К 11/02. Энергетический комплекс для обеспечения энергией технологических процессов / Шокиров Ф. Ш., З. Ш. Юлдашев, Ботуров К., Юлдашев Р. З. № 2101497. Заявл. 12.01.2021. Бюл. № 172, 2021.

5. Малый патент № TJ 1167 РТ. МПК (2006) H 05 В 1/02. G 05 D 23/00. Устройство для определения эффективности использования энергии в энерготехнологических процессах / В. Н Карпов, З. Ш. Юлдашев, Р. З. Юлдашев, Т. М. Камолов, Ш. И. Мирзоев, Л. С. Касобов. № 2021498, заявл. 13.01.2021. Бюл. № 172, 2021.

6. Юлдашев З. Ш., Юлдашев Р. З., Касобов Л. С., Киргизов А. К. Возобновляемые источники энергии как фактор устойчивого развития сельских территорий Республики Таджикистан // Вестник Таджикского технического университета. 2014. № 2(26). С. 62–65.

7. Юлдашев З. Ш. Повышение энергоэффективности в потребительских энергетических системах путем проведения энергетической экспертизы // Вестник ТТУ. 2013. № 3(23). С. 47–51.

#### **ИСТИФОДАИ МАЦМААВИИ САРЧАШМАҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ БАРОИ ТАЪМИНИ РАВАНДҲОИ ЭНЕРГИЯТЕХНОЛОҒИ БО ЭНЕРГИЯ ДАР МИНТАҚАҲОИ ДЕҲОТ**

***Аннотация:** В данной статье предложен инновационный вариант энергокомплекса, где рассмотрена возможность использования четырех и более источников возобновляемой энергии, конструкция которого признана изобретением. Выверено, что оптимальное количество используемых источников возобновляемой энергии в энергокомплексе определено зависит от характеристик источника возобновляемой энергии (скорость ветра, длительность солнечной радиации и угол наклона лучей солнца к горизонту, напор и расход потока воды и объема получаемого биогаза и др.) и потребляемой мощности потребительской энергетической системы. Проанализирован полный жизненный цикл источника энергии при помощи сравнения различных видов энергии. На основе анализа количества выработанной и потребленной электрической энергии на соответствующем источнике возобновляемой энергии по показаниям на сенсорном жидкокристаллическом дисплее представлены результаты энергоэффективности (отношение количества выработанной энергии к теоретическому количеству вырабатываемой энергии, например, за сутки, неделю) того или другого источника возобновляемой энергии. Определены случаи необходимости принятия решения о замене неэффективного источника возобновляемой энергии (например, если энергоэффективность использования солнечной батареи выше энергоэффективности ветроэнергетических установок, то принимается решение об увеличении мощности солнечной батареи (увеличивается количество солнечных батарей) или наоборот). Разработанный авторами энергокомплекс для энергообеспечения энерготехнологических процессов (как источник зеленой энергии) рекомендуется использовать как автономный источник в труднодоступных горных районах, где отсутствует централизованное энергообеспечение.*

*Калидвожаҳо: комплекси энергетикӣ; сарчашмаҳои барқароршавандаи энергия; энергияи сабз; самаранокӣи энергия; энергиягунҷоӣи; энергиятаъминнамоӣ.*

## **COMPREHENSIVE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR ENERGY SUPPLY OF ENERGY TECHNOLOGICAL PROCESSES IN RURAL REGIONS**

***Annotation:** This article proposes an innovative version of the energy complex, which considers the possibility of using four or more renewable energy sources, the design of which is recognized as an invention. It has been verified that the optimal amount of renewable energy sources used in the energy complex definitely depends on the characteristics of the renewable energy source (wind speed, duration of solar radiation and the angle of inclination of the sun's rays to the horizon, pressure and flow rate of water and the volume of biogas produced, etc.) and consumer power consumption energy system. The full life cycle of an energy source is analyzed by comparing different types of energy. Based on the analysis of the amount of generated and consumed electrical energy on the corresponding source of renewable energy, according to the readings on the touch liquid crystal display, the results of energy efficiency (the ratio of the amount of generated energy to the theoretical amount of energy generated, for example, per day, week) of one or another renewable energy source are presented. Cases of the need to make a decision to replace an inefficient source of renewable energy are identified (for example, if the energy efficiency of using a solar battery is higher than the energy efficiency of wind turbines, then a decision is made to increase the power of the solar battery (the number of solar panels increases) or vice versa). The energy complex developed by the authors for energy supply of energy technological processes (as a source of green energy) is recommended to be used as an autonomous source in remote mountainous areas where there is no centralized energy supply.*

***Keywords:** energy complex; renewable energy sources; green energy; energy efficiency; energy intensity; energy supply.*

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗ. БАЛКАШ**

**Алимкулов С.К.<sup>1</sup>, Мырзахметов А.Б.<sup>1</sup>, Кулебаев К.М.<sup>1</sup>,  
Турсунова А.А.<sup>1</sup>, Баспакова Г.Р.<sup>1</sup>, Исакан Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт географии и водной безопасности МНВО Республики Казахстан,*

***Аннотация:** В данной статье приводятся результаты измерительных работ и батиметрической съемки, проведенные Институтом географии и водной безопасности по акватории озера Балкаш, проведен сравнительный анализ картометрических характеристик.*

***Ключевые слова:** морфометрические характеристики озера, экспедиционные исследования, измерительные работы, батиметрическая карта.*

Озеро Балкаш является бессточным полупресноводным озером в Балкаш-Алакольской котловине на юго-востоке Казахстана. Котловина входит в систему разломов Жетысу Алатау, в которых также расположены озёра Сасыкколь, Алаколь и озеро Эби-Нор. Эти озёра являются остатками древнего Ханхайского моря, некогда занимавшего всю Балкаш-Алакольскую впадину [2, 11]. Основной отличительной особенностью этих озер является исключительная мелководность и сложная морфометрия. Это связано с

общим генезисом озер, почти все они образовались за счет накопления речного стока на дне обширных котловин выдувания. Появление озера Балкаш связана с интенсивным выпадением атмосферных осадков в горных областях и таянием льдов последнего оледенения [9].

Основным источником озера является трансграничная река Иле, которая протекает на территории Китая и Казахстана. По данным [1, 6, 7, 11, 14] река Иле обеспечивает около 80 % притока, река Каратал 13 %, рек Лепсы 4 %, река Аксу 2 %, бассейн реки Аякоз 1 %.

Озеро Балкаш состоит из двух частей Западного и Восточного Балкаша, которые соединяется проливом Узынарал. Эти две части отличаются и по глубине, объему и минерализации воды [1, 8, 12, 13]. Котловина озера состоит из нескольких маленьких впадин. В западной части Балкаша имеются две впадины глубиной до 7-11 м: одна из них протянулась с западного побережья от острова Тасарал до мыса Коржынтубек, вторая тянется на юге от залива Бертыс, который является самым глубоким местом западного Балкаша. Глубина впадины восточного Балкаша достигает 16 м, наибольшая глубина всей восточной части – 23,5 м., средняя глубина всего озера составляет 5,8 м [15].

Первые гидрометрические работы на озере относятся к началу XX века. Они были организованы гидрометрической частью отдела улучшений при Министерстве земледелия в 1910 году на р.Иле в 12 км ниже пос. Илийское.

В 20 годах XX века экспедиционные исследования на озере проводились Среднеазиатским государственным университетом (1926-1927 гг.) и Управлением водного хозяйства НКЗ КазССР (1925-1926 гг.). В 1928-1931 гг. по заданию Комитета содействия Туркестано-Сибирской железной дороге работала комплексная научно-промышленная экспедиция Института рыбного хозяйства под руководством П.Ф. Домрачева [3-5]. Экспедицией были собраны обширные материалы о фауне, донных грунтах, термике, гидрохимическом режиме вод озера и др. Впервые построена батиметрическая карта озера в масштабе 1:300 000.

В 1930-1932 гг. для обоснования места строительства Балхашского медеплавильного завода и источников его водоснабжения на озере была проведена экспедиция ГГИ под руководством Б.П. Панова.

Большой вклад в изучение природных условий озера и его бассейна внесли Балхаш-Илийская гидрологическая и Илийская комплексная экспедиции АН КазССР в 1941-1944 гг. По результатам данных экспедиции была составлена более точная батиметрическая карта в масштабе 1:250 000, по которой были получены кривые зависимости от уровня озера площадей зеркала и объемов воды, а также по разработке Шнитникова А.В. руководитель экспедицией Юнусов Г.Р. составил водно-солевой баланс озера за 1911-1946 гг. и определили объем перетока воды из западной в восточную часть озера [16, 17].

В 1960-1963 гг. сектором географии АН КазССР (ныне Институт географии и водной безопасности РК) проводились батиметрические съемки котловины, изучение их морфометрии и динамики берегов.

В 1970 гг. Гидропроектом и в 1977 г. с поправками Чистяевой С.П. были уточнены морфометрические характеристики озера Балкаш. В 1981–1989 гг. на озере проводили исследования Государственный Гидрологический Институт (г. Санкт-Петербург), КазНУ им. аль-Фараби, Институт географии и водной безопасности НАН РК.

В 1984-1985 гг. кафедрой гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби (быв. КазГУ им. С. Кирова) были организованы экспедиционные работы для уточнения батиметрической карты озера Балкаш путем эхолотирования его водной толщи.

Исследования морфометрических характеристик оз. Балкаш в 1984–1985 годах проводились с судна «Гариф Мусин», являющимся рыболовецким траулером длиной 17,5 м, шириной 4 м и с осадкой 1,8 м, что не позволяло производить измерение глубин прибрежной мелководной части озера. Местоположение точек измерения определялись путем штурманской прокладки. По результатам работ были построены батиграфические и объемные кривые как озера в целом, так и отдельно его западной и восточной частей. По результатам работ была построена батиметрическая карта озера Балкаш масштаба 1:200 000.

В период с 2011 по 2023 гг. в разные года Институтом географии и водной безопасности были выполнены исследовательские работы на озере Балкаш по уточнению современных морфометрических характеристик, с применением каютного катера Quicksilver Weecend с малой осадкой, что позволяет производить исследования на мелководье. А также на катере поочередно были смонтированы эхолоты производства фирмы Lowrance HDS 12 live и «LMS-527сDF iGPS». Обе модели эхолотов оснащены 12-канальным GPS-приемником и по своим эксплуатационным и техническим характеристикам практически одинаковы. Питание эхолота осуществлялось за счет компактных 12-вольтовых аккумуляторных батарей. Рабочая частота излучателя звуковых волн эхолота была установлена равной 200 кГц. Частота обновления сигнала GPS-приемника 10 Гц. В измеренные эхолотом значения вводились поправки на глубину датчика эхолота.



Рисунок 1 – Полевые измерительные работы на озере Балкаш в 2023 г.

Неоднократные исследования акватории озера Балкаш, проводимые Институтом Географии и водной безопасности позволили нам проанализировать изменение параметров озера, в зависимости от изменения уровня воды озер. По результатам исследований были построены график зависимости (рисунок 2), батиметрическая карта (рисунок 3) и приведены основные картометрические характеристики озера (таблица 1). При уровне воды 342 м абс., площадь зеркала составляет 17005 км<sup>2</sup>, а объем воды в озере 106 км<sup>3</sup>.

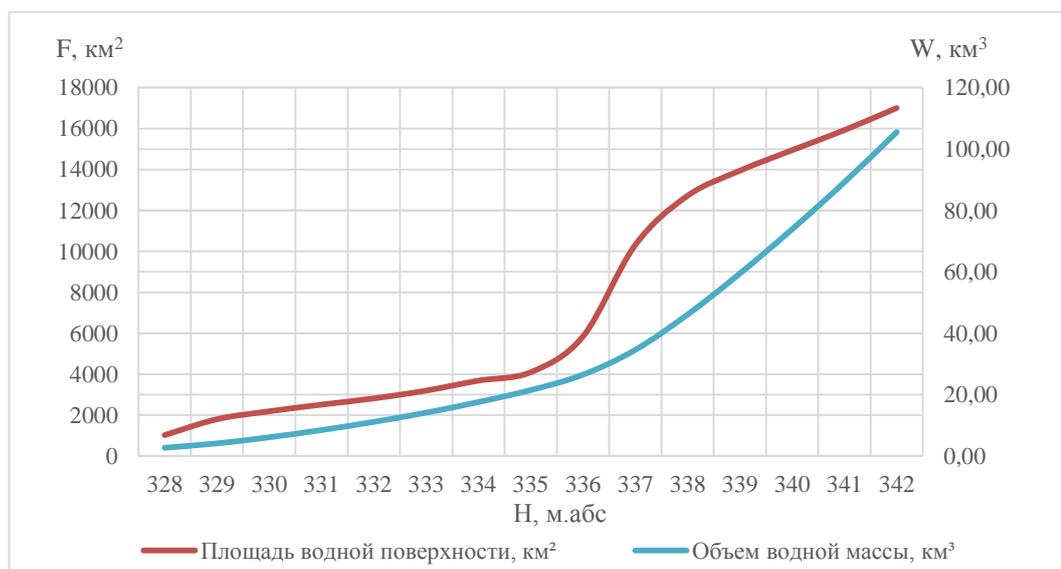
**Таблица 1.** Картометрические характеристики оз. Балкаш

<b>Н, м.абс</b>	<b>S, км<sup>2</sup></b>	<b>V, км<sup>3</sup></b>
328	1025	2,71
329	1801	4,13
330	2188	6,12
331	2514	8,47
332	2818	11,1
333	3199	14,1
334	3685	17,6
335	4096	21,5

336	5845	26,5
337	10317	34,6
338	12720	46,1
339	13943	59,4
340	14946	73,9
341	15926	89,2
342	17005	106

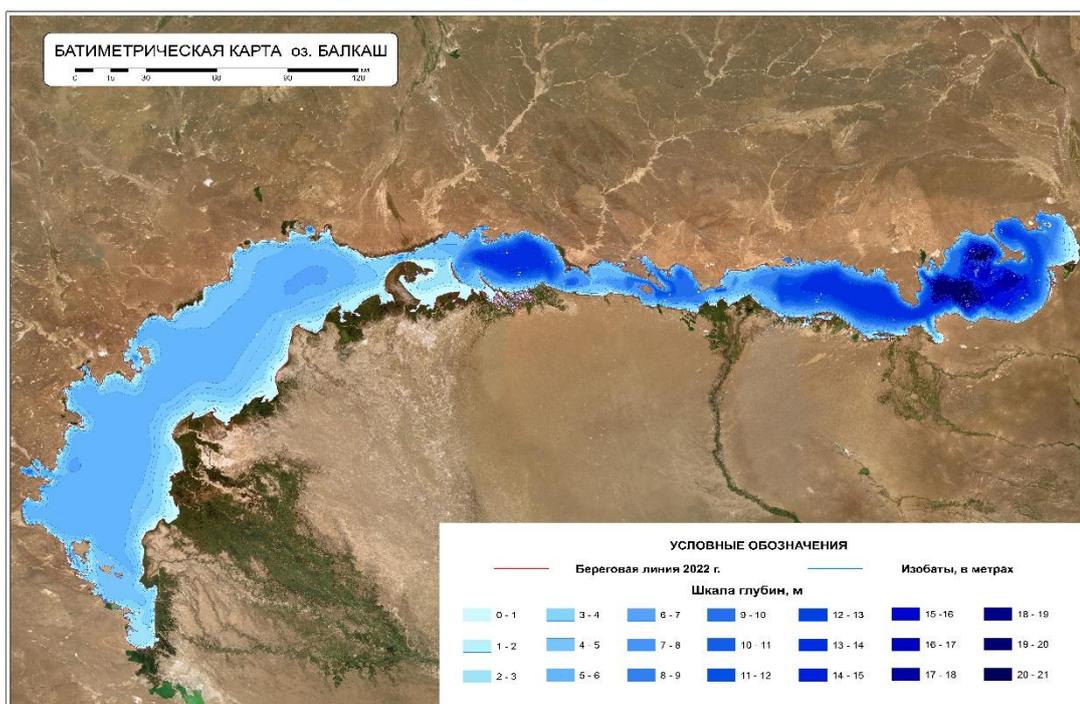
Примечание. Н — отметка уровня воды в озере (м абс.); S — площадь зеркала (км<sup>2</sup>); V — объем воды в озере (км<sup>3</sup>).

Для отметки уровня воды 341,75 м абс., при которой, производились измерения, получены следующие морфометрические характеристики озера Балкаш и его частей: максимальная глубина Восточного Балкаша – 21,0 м; максимальная глубина Западного Балкаша – 13,0 м; средняя глубина Восточного Балкаша – 8,56 м; средняя глубина Западного Балкаша – 4,33 м; средняя глубина всего озера – 6,06 м; площадь Восточного Балкаша – 6849 км<sup>2</sup>; площадь Западного Балкаша – 9887 км<sup>2</sup>, площадь всего озера – 16737 км<sup>2</sup>; объем Восточного Балкаша – 58,6 км<sup>3</sup>; объем Западного Балкаша – 42,8 км<sup>3</sup>, объем всего озера – 101,4 км<sup>3</sup>



**Рисунок 2.** График зависимости параметров озера от уровня воды

Согласно рисунку 2 можно наблюдать прямую зависимость увеличения площади и соответственно объемов воды озера с повышением уровня воды в озера Балкаш.



**Рисунок 3.** Батиметрическая карта оз. Балкаш по данным полевых работ 2022 г. с гидрологическим районированием согласно (П.Ф. Домрачеву)

Системный подход к изучению и оценке морфометрических характеристик с использованием современного оборудования позволяет не только достоверно и объективно оценить степень их изменений со временем, но и обосновать комплекс мероприятий, определить виды и объемы работ по детальному уточнению морфометрических характеристик котловины озера Балкаш в более крупном масштабе, с детализацией заливов и типичных прибрежных озер.

**Благодарности.** Исследование проводилось в рамках проекта АР19677869 «Гидрологические основы управления уровнем режимом озера Балкаш». Мы благодарны РГП «Казгидромет» за поддержку гидрометеорологическими данными.

#### Список литературы

1. Alimkulov S.K. Myrzakhmetov A., Dostai Z., Tursunova A., Sarsenova I. Level regime of Balkhash Lake as the indicator of the state of the environmental ecosystems of the region // Paddy and Water Environment, 2022. – № 20(3). – С. 315-323. DOI: 10.1007/s10333-022-00890-x;
2. Атлас Казахской ССР. Природные условия и ресурсы. – М., 1982. – Том 1. – 156 с.;
3. Домрачев П.Ф. О гидрологическом исследовании озера Балхаш в 1929 г. – Изв. ГГИ. – 1930. – Т. 31. – С. 118-121.;
4. Домрачев П.Ф. Окончание гидрологических работ Балхашской научно-промысловой экспедиции в 1931 году // Изв. ГГИ. – 1931. – Т. 38. – С. 42-49.;
5. Домрачев П.Ф. Материалы к физико-географическим характеристикам оз. Балхаш. – В кн.: Исследование озер СССР. – Л., 1933. – Вып. 4. – С.52-78.

6. Dostay Z., Alimkulov S.K. Myrzakhmetov A., Tursunova A. Modern hydrological status of the estuary of Ili River // Applied Water Science, 2012. – № 2. – P. 227-233. DOI: 10.1007/s13201-012-0034-5;
7. Duan W., Zou Sh., Chen Y., Li Zh., Fang G. Analysis of Water Level Changes in Lake Balkhash and Its Main Influencing Factors during 1879-2015 // Advances in Earth Science, 2021. – Vol. 36. – № 9. – С. 950-961;
8. Ивкина Н.И. Сгонно-нагонные колебания уровня воды на оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология, 2011. – № 1. – С. 66-74;
9. История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал (серия: История озер СССР). – Л.: Наука. – 1991. – 304 с.;
10. Mischke S, Zhang CJ, Plessen B (2020) Lake Balkhash (Kazakhstan): Recent human impact and natural variability in the last 2900 years // J Great Lakes Res 46. – С. 267–276. DOI: 10.1016/j.jglr.2020.01.008;
11. Ресурсы поверхностных вод СССР: Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балхаш. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. – Том 13. – Вып. 2. – 645 с.;
12. Романова С.М., Казангапова Б. Озеро Балхаш – уникальная гидроэкологическая система. Алматы: ДООИВА-Братство, 2003. – 176 с.;
13. Романова С.М. Бессточные водоемы Казахстана. Т.1. Гидрохимический режим: учеб, пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 2008. – 250 с.;
14. Sala R., Deom J.M., Aladin N.V., Plotnikov I.S., Nurtazin S. Chapter 5. Geological History and Present Conditions of Lake Balkhash // Large Asian Lakes in a Changing World. Natural State and Human Impact. ISSN 2364-6934. ISBN 978-3-030-42253-0. – С. 143-175. DOI 10.1007/978-3-030-42254-7;
15. Турсунов Э.А., Мадиебеков А.С., Кулебаев К.М. Современные морфометрические характеристики оз. Балхаш // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета, 2014. – № 34. Гидрология. – С. 43-47.;
16. Юнусов Г.Р. гидрологический режим оз. Балхаш. – В кн.: II Всесоюз. Гидрол. Съезд. – Л.: 1959. – С. 192-200;
17. Юнусов Г.Р. Водный баланс озера Балхаш. – В кн.: Проблема водохозяйственного использования реки Или. – Алма-Ата. 1950. – С. 141-189.

#### **ТАВСИФОТИ МОРФОМЕТРИИ КЎЛИ БАЛХАШ**

*Аннотация.* Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои қорҳои андозагирӣ ва наворгирии батиметрӣ, ки аз ҷониби Институти география ва беҳатарии об дар акваторияи кӯли Балхаш гузаронида шудааст, оварда шуда, таҳлили муқоисавии тавсифоти харитакашӣ ва ченкунӣ гузаронида шудааст.

*Калидвожаҳо:* тавсифоти морфометрии кӯл, таҳқиқоти экспедитсионӣ, қорҳои андозагирӣ, харитаи батиметрӣ.

#### **MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LAKE BALKHASH**

*Annotation:* This article presents the results of measuring work and bathymetric survey carried out by the Institute of Geography and Water Security in the waters of Lake Balkhash, and a comparative analysis of cartometric characteristics is carried out

*Keywords: morphometric characteristics of the lake, expedition research, measurement work, bathymetric map*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ HBV-ЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОКА РЕКИ ФАНДАРЬЯ НА ПЕРИОД ДО 2080 ГОДА**

**Ниязов Дж.Б.**

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии,  
Национальная академия наук Таджикистана*

***Аннотация:** Гидрологическая модель HBV3-ЕНТ9 успешно применяется для горных рек со значительной площадью оледенения. В данном исследовании она применена для бассейна реки Фандарья, где на основе климатических проекций CMIP5 RCP4.5 и RCP8.5, были рассчитаны сценарии изменения водных ресурсов до 2080 года. К 2080 году в соответствии с климатическим сценарием RCP 4.5 отклонение годовой температуры воздуха составит 2,3 °С, а годовая сумма осадков составит 98-109 % нормы, в связи с чем, ожидается повышение водности на 23 % от нормы. По сценарию RCP 8.5 отклонение годовой температуры воздуха составит 4,3 °С, а годовая сумма осадков составит 101-110 % нормы и водность реки Фандарья повысится на 36 % от нормы. Внутри года, ожидается увеличение температуры воздуха во все месяцы. Месячное количество осадков значительно повысится в январе и декабре – на 30- 95 % от нормы, а в июне в 1,5-2,5 раза от значений за 2006-2018 гг. В связи с этим, во внутригодовом распределении стока ожидается прохождение двух пиков паводков в июне и июле. Увеличение водности в весенние месяцы будет способствовать усилению селевой и паводковой активности.*

***Ключевые слова.** Изменение климата, водные ресурсы, гидрологическое моделирование, HBV3-ЕНТ9, Таджикистан, Центральная Азия.*

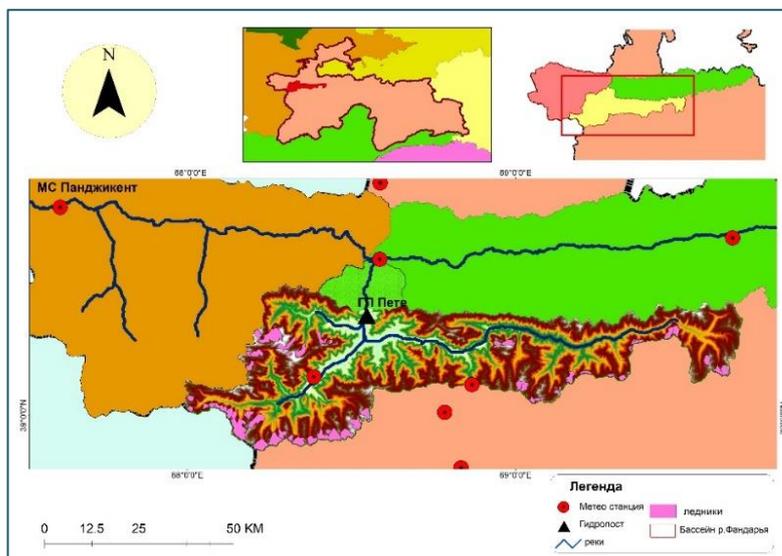
**Введение.** Водные ресурсы реки Зеравшан имеют важное значение в вододелении двух соседних стран Таджикистана и Узбекистана, так как, формируясь на территории Таджикистана, река полностью разбирается на ирригационные нужды в Узбекистане.

В данном исследовании автор выявил репрезентативную станцию для оценки стока реки Фандарья и провел оценку вклада основных метеопараметров в сток реки, с применением гидрологического моделирования в HBV3-ЕНТ9, была рассчитана внутригодовая и межгодовая динамика стока реки Фандарья на период до 2080 года. Целью данного исследования является оценка влияния метеопараметров на сток реки Фандарья и моделирование стока на будущую перспективу.

**Данные и методология.** Река Фандарья формируется в горах Памиро-Алая (территория Таджикистана) и имеет площадь бассейна около 3207 км<sup>2</sup>, протяженность реки 24,5 км, среднегодовой расход воды 61,4 м<sup>3</sup>/с. Основной

объем стока проходит в период с конца апреля по середину октября (Ниязов, 2022). Внутригодовая изменчивость стока велика, колебания стока в месяцы сезонного снеготаяния (март-июнь) составляют 27-52 %, в месяцы ледникового таяния (июль-август) – 38-63% годового стока (Шульц, 1965). В данном исследовании автором были использованы данные Таджгидромета по гидропосту р. Фандарья-Пете и метеопараметров (температуры воздуха осадков) по метеостанции Пенджикент, местоположение которых отмечено на рис.1.

Оценка репрезентативности данных метеостанций для стока реки Фандарья с использованием современного ряда данных проводилась автором статьи ранее и наилучшей была выявлена метеостанция Пенджикент (Ниязов, 2022). Для гидрологического моделирования были использованы данные баланса массы ледника Абрамова (Barandun et al., 2017) за 2008-2017 гг., данные о современной площади оледенения Randolph Glacier Inventory 6.0., согласно которым, площадь оледенения составляет 6 % от площади бассейна реки Фандарья.



**Рис.1.** Местоположение бассейна реки Фандарья в бассейне р. Зеравшан, размещение метеостанции Пенджикент и гидропоста р. Фандарья – Пете.

Для калибровки и расчетов стока р. Фандарья на будущие периоды была использована гидрологическая модель HBV3-ETH9 (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning). Это усовершенствованная модель HBV, которая позволяет рассчитывать суточный гидрограф стока на основе метеорологических и гидрологических данных наземных наблюдений (Bergström et al., 1992, Braun et al., 1992, Hotteliet et al., 1993). Модель HBV3-ETH9 имеет простую недетерминированную структуру, минимальный набор метеорологических параметров. Для подготовки входящих файлов в модель использовалась цифровая модель рельефа SRTM (90x90 м.). Далее в программе ArcGIS было проведено деление на высотные зоны через 200 метров, определение экспозиции и крутизны склонов, подготовка данных современного оледенения бассейна. Расчеты производились в программе

MATLAB 2016a. Калибровка и валидация (верификация) модели HBV3-ETH9 для бассейна р. Фандарья проводилась в соответствии с руководством для пользователей (Konz M, 2003) на данных наблюдений за период 4-5 лет (с 2008 по 2012 и с 2013 по 2017годы). Результаты калибровки и валидации модели оценивались по коэффициенту корреляции  $R^2$ , который должен быть более 0,60 и стремиться к 1,00. Диапазоны параметров для оптимизации модели HBV3-ETH9 были использованы из работы, проведенной исследователями для высокогорных рек Центральной Азии (Maier, 2014).

Для расчетов изменения метеопараметров на будущее был проведен анализ проекций климата с использованием 25-и глобальных климатических моделей МОЦАО CMIP, размещенных на портале платформы Earth System Grid Federation (<https://esgf.llnl.gov>) и объединены в ансамбль. Для приведения к единой широтно-долготной сетке был использован статистический метод, результаты которого представлены на платформе NASA NEX (National Aeronautics and Space Administration, NASA Earth Exchange, <https://cds.nccs.nasa.gov>). Корректировка осуществлена в соответствии с методом BCSD (Thrasher et al., 2012). Использование мульти-модельного подхода (ансамбля) позволяет усреднять данные и сокращать постоянную ошибку модели (Flato et al., 2013, Gleckler et al., 2008, Knutti et al., 2009).

Расчеты метеопараметров для метеостанции Пенджикент были подготовлены для двух сценариев репрезентативных траекторий концентрации парниковых газов: РТК4.5 и РТК8.5 (RCP4.5 и RCP8.5). Индекс сценария характеризует величину антропогенного радиационного воздействия, достигаемого в 2100 г., а именно: RCP4.5 – стабилизационный сценарий, согласно которому радиационное воздействие стабилизируется к 2100 г. примерно на уровне 4,5 Вт/м<sup>2</sup>; RCP8.5 – сценарий высокой радиационной нагрузки, при котором она будет продолжать расти после 2100 г. По этому сценарию стабилизация концентраций произойдет только к 2250 г.; при этом концентрация CO<sub>2</sub> будет порядка 2000 ppm, что примерно в 7 раз выше ее доиндустриального уровня (Изменение климата 2014 г.: обобщающий доклад).

**Результаты исследования.** Парные коэффициенты корреляции среднемесячной температуры воздуха и осадков за холодный (октябрь-март) и теплый (апрель-сентябрь) периоды показывают, что метеостанция Пенджикент репрезентативна для моделирования стока р. Фандарья (табл.1). Таблица 1. Коэффициенты корреляции (R) расходов воды р. Фандарья за период половодья (апрель-сентябрь) с температурой воздуха и осадками по метеостанции Пенджикент.

R со среднемесячными значениями температуры воздуха												R с осадками за периоды	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	холодн ый	тепл ый

<b>0.3</b>		<b>0.1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.1</b>	<b>-</b>	<b>0.0</b>	<b>-</b>	<b>0.4</b>	<b>-</b>	<b>0.51</b>	<b>0.82</b>
<b>2</b>	<b>0.31</b>	<b>2</b>	<b>0.43</b>	<b>0.60</b>	<b>0.50</b>	<b>3</b>	<b>0.04</b>	<b>3</b>	<b>0.13</b>	<b>0</b>	<b>0.03</b>		

Наиболее высокие коэффициенты корреляции стока р. Фандарья за половодье отмечались с осадками за теплый период 0,82, за холодный период 0,51, с температурами воздуха за апрель - июнь – -0,43..., -0,60 и январь-февраль – 0,31..., 0,32. Необходимо отметить, что связь стока реки за половодье с температурами воздуха за апрель-июнь имеет обратный характер, чем ниже температуры воздуха, тем выше сток реки, что связано с особенностями процессов таяния сезонного снега и ледников в горных речных бассейнах Центральной Азии (Ниязов, 2022, Калашникова, 2022).

Годовой тренд температуры воздуха по метеостанции Пенджикент за современный период наблюдений 2000-2019 гг. сохраняется без изменений, тогда как тренды за месяцы показывают различную динамику. С мая по октябрь и в январе отмечается рост, с ноября по март – падение температуры воздуха (табл.2). Основной тенденцией суммы осадков за холодный и теплый периоды является их повышение на 122 мм/10 лет и 82 мм/10 лет, соответственно (табл.3).

**Таблица 2.** Уравнения линейных трендов среднемесячных температур воздуха по метеостанции Пенджикент

Месяц	Уравнение	Месяц	Уравнение	Месяц	Уравнение
1	$0.085x + 0.265$	2	$-0.1016x + 3.647$	3	$-0.0668x + 9.016$
4	$-0.0602x + 14.571$	5	$0.0517x + 18.733$	6	$0.0414x + 23.288$
7	$0.0729x + 24.476$	8	$0.1028x + 22.651$	9	$0.048x + 19.213$
10	$0.0187x + 13.373$	11	$-0.119x + 8.1995$	12	$-0.0659x + 2.9098$

**Таблица 3.** Уравнения линейных трендов суммы осадков за теплый и холодный периоды по метеостанции Пенджикент

Уравнение для холодного периода	Уравнение для теплого периода
$12.212x + 230.59$	$8.2477x + 109.36$

Предыдущие исследования внутригодовой динамики стока р. Фандарья показали, что значительное влияние на его формирование оказывают осадки, выпадающие в теплый период, далее по значимости – накопление осадков за холодный период и отмечающиеся аномалии температуры воздуха (Ниязов Дж.Б., 2022).

Климатические проекции, рассчитанные для метеостанции Пенджикент по сценариям CMIP5 RCP4.5 показывают увеличение температуры воздуха на 2,3 °С, она составит 13,5-15,7 °С, а по сценарию CMIP5 RCP8.5 - на 4,3 °С и составит 14,0-17,6 °С (рис.2). Годовые суммы осадков по сценарию CMIP5

RCP4.5 составят 600-660 мм или 98-109 %, а по сценарию CMIP5 RCP8.5 – 608-668 мм или 101-110 % значений за 2006-2019 гг. (рис.3).

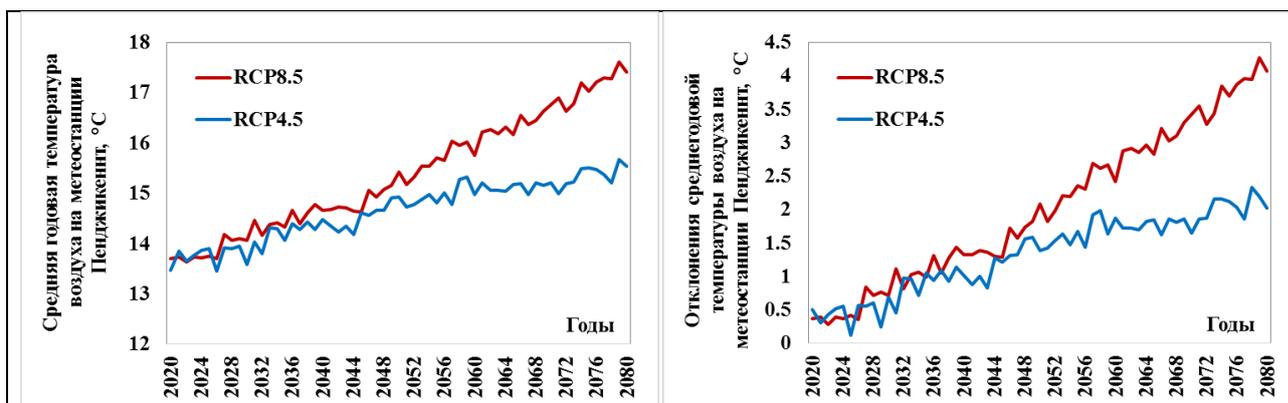


Рис.2. Рассчитанная для сценариев CMIP5 RCP4.5 и RCP8.5 температура воздуха (слева) и ее отклонение от значений за 2006-2018 гг. (справа) по метеостанции Пенджикент.

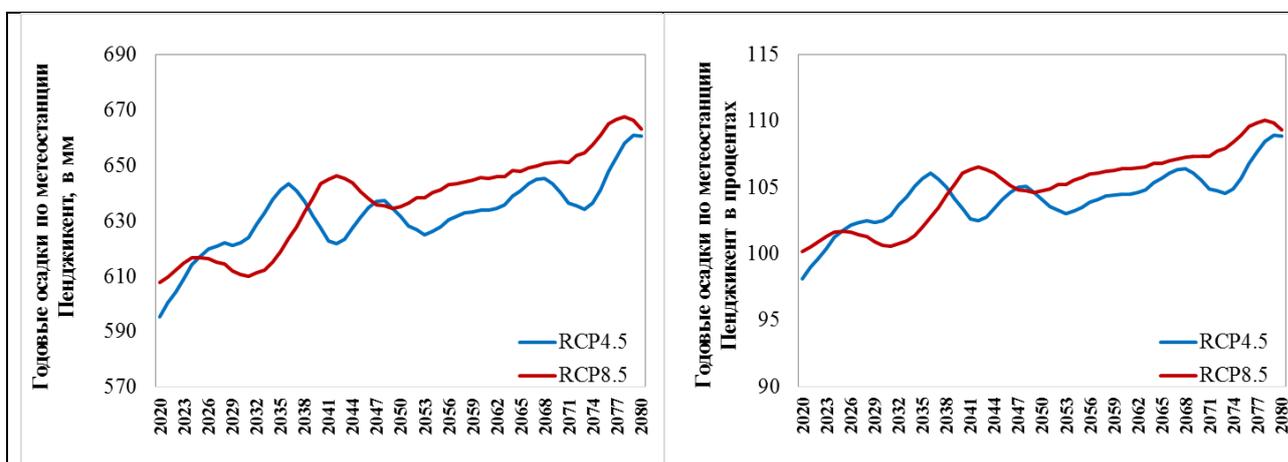


Рис.3. Рассчитанные для сценариев CMIP5 RCP4.5 и RCP8.5 изменения годовых сумм осадков в мм (слева) и в процентах от среднего значения за период 2006-2019 гг. (справа) по метеостанции Пенджикент.

Отклонения средних месячных температур воздуха и месячной суммы осадков за периоды по десятилетиям 2023-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-2100 в сравнении с историческим периодом за 2006-2018 гг. представлены на рисунках 4, 5, 6 и 7.

Повышение температуры воздуха по сценариям RCP4.5 и RCP8.5 ожидается во все месяцы, за исключением марта и мая (понижение на 0,7-1,2 °C в периоды с 2023 по 2040 гг. и на 0,2-0,3 °C в периоды с 2023 по 2040 гг.). Наибольшее повышение температуры воздуха на метеостанции Пенджикент ожидается в период с июля по февраль – на 1,2-3,8 °C по сценарию RCP4.5 и на 2,7-6,2 °C по сценарию RCP8.5. Наибольшее увеличение количества осадков ожидается в январе и декабре на 30- 95 %, а в июне в 1,5-2,5 раза от значений за 2006-2018 гг. В период с июля по сентябрь количество осадков сохранится без изменений.



Рис.4. Рассчитанные для сценариев СМIP5 RCP4.5 отклонения средней месячной температуры воздуха в градусах Цельсия от среднего значения за период 2006-2018 гг. по данным метеостанции Пенджикент

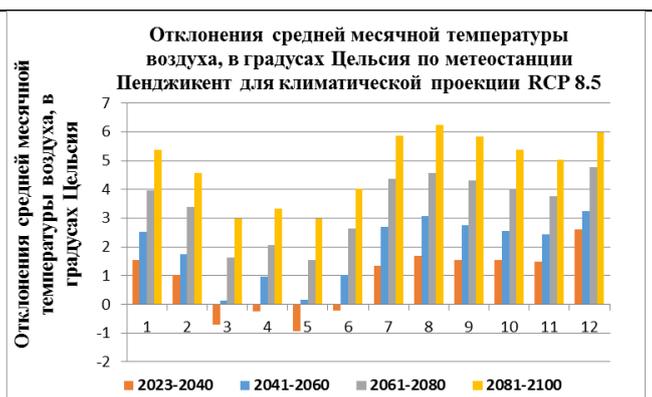


Рис. 5. Рассчитанные для сценариев СМIP5 RCP8.5 отклонения средней месячной температуры воздуха в градусах Цельсия от среднего значения за период 2006-2018 гг. по данным метеостанции Пенджикент



Рис.6. Рассчитанные для сценариев СМIP5 RCP4.5 изменения месячных сумм осадков в процентах от среднего значения за период 2006-2018 гг. по данным метеостанции Пенджикент

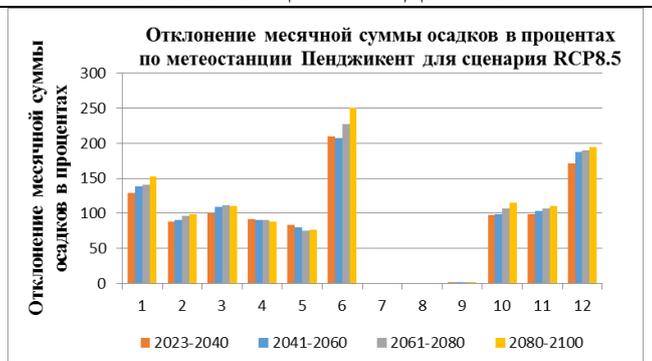


Рис.7. Рассчитанные для сценариев СМIP5 RCP8.5 изменения месячных сумм осадков в процентах от среднего значения за период 2006-2018 гг. по данным метеостанции Пенджикент

Калибровка модели HBV3-ETH9 для бассейна р. Фандарья за период 2008-2012 гг. показала коэффициенты корреляции  $R^2$  0,94 для смоделированного и наблюдаемого стока и валидации модели за период 2013-2017 гг. коэффициенты корреляции  $R^2$  0,94 90 (рис.8).

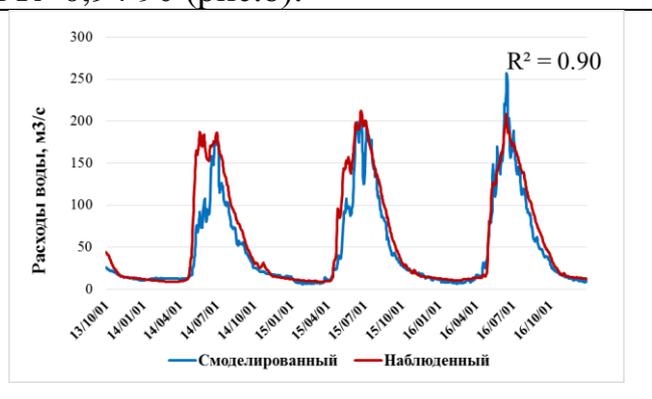
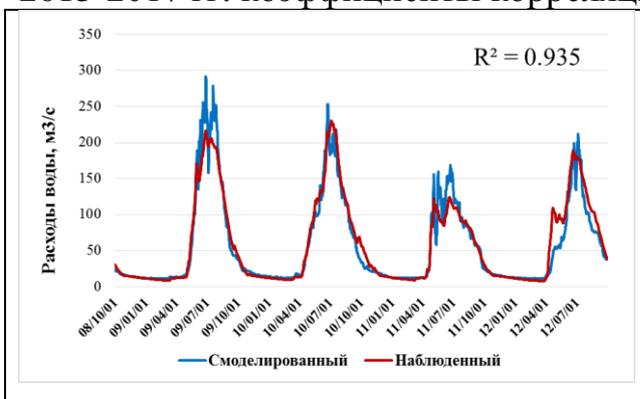


Рис.8. Результаты калибрования (слева) и валидации (справа) модели HBV-ЭНТ для бассейна р. Фандарья.

Изменение стока на будущее зависит как от количества осадков в теплый и холодный периоды, так и от температуры воздуха в течение года и, особенно, в мае и июне. Расчеты, произведенные с помощью гидрологического моделирования, показывают, что к 2080 г. среднегодовые расходы воды будут постепенно повышаться и составят 109-123% и 108-136% от значений за период 2000-2019 гг. (рис.9), что связано с повышением температуры воздуха и увеличением количества осадков, особенно в зимний период.

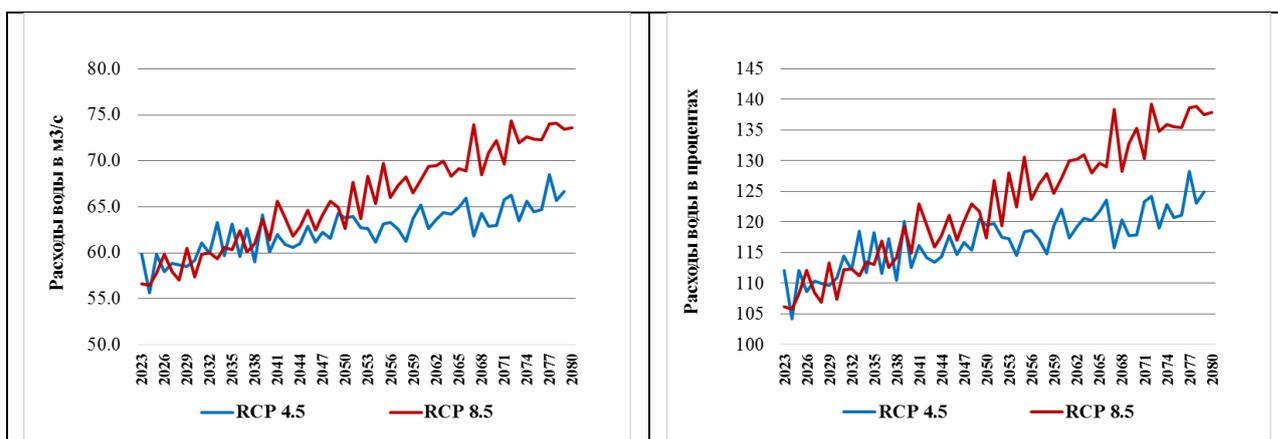


Рис. 9. Межгодовая изменчивость расходов воды р. Фандарья в м<sup>3</sup>/с (слева) и в процентах от значений за 2000-2019 гг. (справа) по RCP 4.5 и RCP 8.5.

Объем стока за период май-сентябрь увеличится, что связано с усиленной водоотдачей ледников и увеличением осадков за холодный период и июнь. На рис. 10 показаны отклонения средних месячных расходов воды в м<sup>3</sup>/с, на рис. 11 и 12 они показаны в процентах от нормы. Так, по климатическим сценариям RCP 4.5 и RCP 8.5 к 2080 году понижение стока ожидается в марте на 1,5-3,8 м<sup>3</sup>/с или 69-88 % месячной нормы. Повышение стока в соответствии с климатическими проекциями RCP 4.5 («средний») ожидается в мае, июле-сентябре на 7,7-33,5 м<sup>3</sup>/с (118-159 % нормы), в апреле, июне и в октябре на 3,7-12,2 м<sup>3</sup>/с (116-145 % нормы). В соответствии с климатическими проекциями RCP 8.5 («экстремальный»), повышение стока ожидается в мае, июле-сентябре на 5,1-45,4 м<sup>3</sup>/с (129-184 % нормы), в апреле, июне и в октябре на 9,2-24,2 м<sup>3</sup>/с (122-194 % нормы).

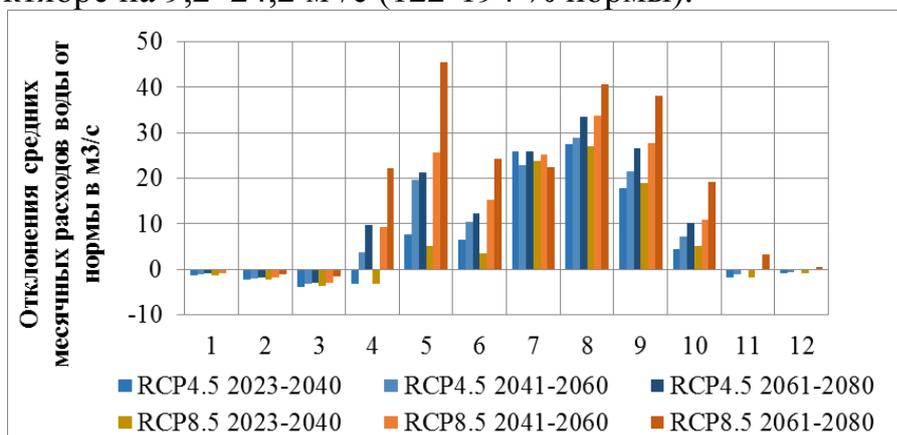


Рис. 10. Отклонения средних месячных расходов воды от нормы в м<sup>3</sup>/с по сценариям CMIP5 RCP4.5 и RCP8.5.

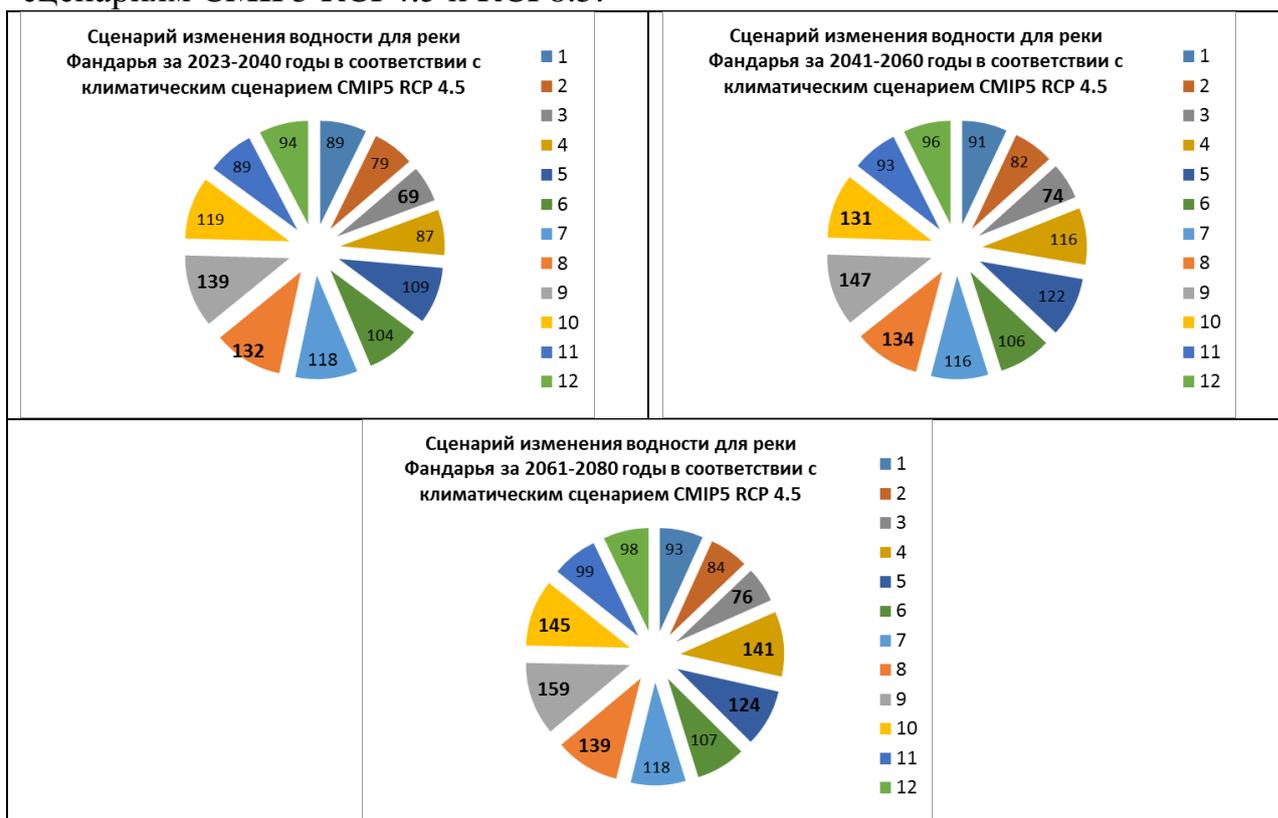


Рис. 11. Отклонения средних месячных расходов воды в процентах от нормы по сценариям CMIP5 RCP4.5

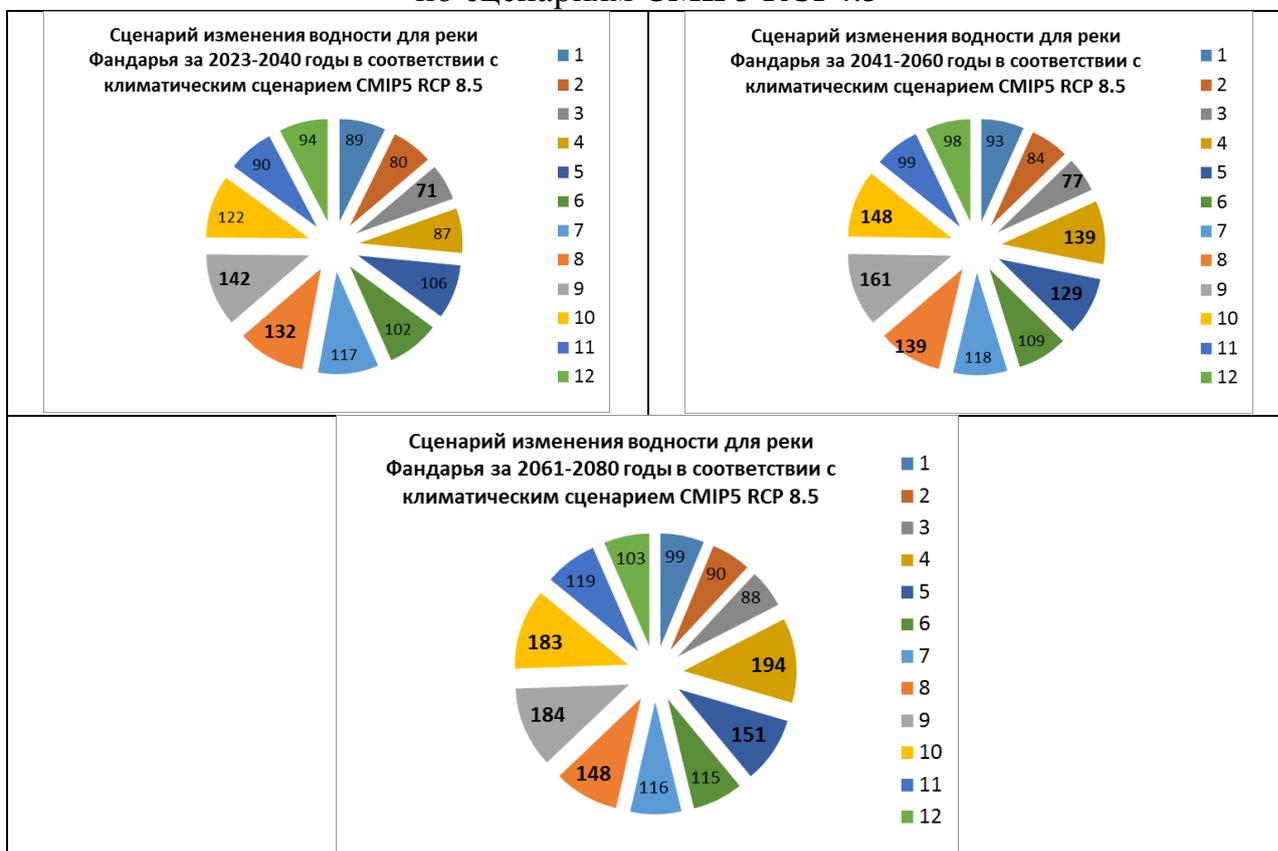


Рис. 12. Отклонения средних месячных расходов воды в процентах от нормы по сценариям CMIP5 RCP4.5

## 1. Заключение.

Наиболее влияние на сток р. Фандарья в период половодья оказывают осадки за теплый период и холодный период, а также температуры воздуха за период апрель - июнь и январь-февраль. Расчеты водности реки Фандарья на период до 2080 года с применением климатических проекций CMIP5 RCP4.5 (средний) и RCP8.5 (экстремальный) показывают увеличение объема стока. Это связано как с повышением температуры воздуха и усиленной водоотдачей ледников (площадь оледенения значительна – 6 % площади бассейна), а также увеличением осадков как в январе и феврале, формирующих снегозапасы, так и в июне, в период прохождения паводков.

Расчеты с применением гидрологического моделирования HBV3-ЕНТ9 показывают, что сток реки Фандарья в период паводков будет значительно увеличиваться, что приведет к усилению и более частому прохождению селей и паводков. Интенсивное таяние ледников и сезонного снега будет способствовать прохождению двух пиков паводков в июне и в июле.

В связи с этим, в бассейне реки Фандарья рекомендуется принимать превентивные берегоукрепительные и другие мероприятия по защите населения и народохозяйственных объектов от селей и наводнений; рекомендуется усиление мониторинга в зоне формирования стока, создание систем раннего предупреждения о подъемах уровня воды. Необходимо проводить разъяснительную работу с местными сообществами об ожидаемых климатических изменениях и изменении стока реки в будущем.

### Список литературы

1. Изменение климата 2014 г.: обобщающий доклад. (2014). Женева: МГЭИК. 163 с.
2. Шульц В.Л. (1965). Реки Средней Азии. Л: Гидрометеиздат. С. 692.
3. Ниязов Дж.Б. (2022). Влияние климатических факторов на гидрологический режим реки Фандарья. Научно-практический журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. Т.2 №3. Душанбе. С. 34 – 39.
4. Martina Barandun, Matthias Huss, Ryskul Usubaliev, Erlan Azisov, Etienne Berthier, Andreas Käab, Tobias Bolch and Martin Hoelzle. (2018). Multi-decadal mass balance series of three Kyrgyz glaciers inferred from modelling constrained with repeated snow line observations. *The Cryosphere*, 12, 1899–1919. <https://doi.org/10.5194/tc-12-1899-2018>.
5. Thrasher B., Maurer E. P., McKellar C., Duffy P. B. (2012). Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrology and Earth System Sciences*. № 16 (9).
6. Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., Eyring, V., Forest, C., Gleckler, P., Guilyardi, E., Jakob, C., Kattsov, V., Reason, C., and Rummukainen, M. (2013). Evaluation of

Climate Models, in Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

7. Gleckler, P. J., Taylor, K. E., and Doutriaux, C. (2008). Performance metrics for climate models, J. Geophys. Res.-Atmos., 113, D06104, <https://doi.org/10.1029/2007JD008972>

8. Knutti, R., Furrer, R., Tebaldi, C., Cermak, J., Meehl, G. A., Knutti, R., Furrer, R., Tebaldi, C., Cermak, J., and Meehl, G. A. (2010). Challenges in Combining Projections from Multiple Climate Models . J. Climate, 23, 2739–2758. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI3361.1>

9. Bergström S. (1992). The HBV model – it's structure and applications . SMHI Reports Hydrology. Norrköping, Sweden, № 4.

10. Braun, L.N. und Renner, C.B. (1992). Application of a conceptual runoff model in different physiographic regions of Switzerland. Hydrological Sciences-Journal. № 37, 3.

11. Hottel, Ch.; Braun, L.N.; Leibundgut, Ch. und Rieg, A. (1993). Simulation of Snowpack and Discharge in an Alpine Karst Basin. IHS Publication No. 218.

12. Konz M. (2003). User Manual HBV3-EHT9. Commission for Glaciology of the Bavarian Academy of Sciences and Humanities.

13. Mayer E., Juen M., Mayer Cr., Usabaliev R. & Hagg W. (2014). Modeling runoff from the inylchek glaciers and filling of ice- dammed lake Merzbacher, Central Tian Shan // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 96:4, 609-625. [doi.org/10.1111/geoa.12061](https://doi.org/10.1111/geoa.12061)

14. Калашникова О.Ю. (2022). Исследование влияния климатических факторов на формирование стока рек Нарынского бассейна. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Бишкек. С.160.

15. Ниязов Дж.Б. (2022). Вклад ледникового и талого снегового питания в годовой сток реки Фандарья. Доклады Национальной академии наук Таджикистана. Том 65 № 5-6. Душанбе. С. 390-397.

#### **ИСТИФОДАИ МОДЕЛИ HBV-ЕНТ БАРОИ АРЗЁБИИ МАҶРОИ ФОНДАРЁ БАРОИ ДАВРАИ ТО СОЛИ 2080**

*Аннотатсия:* Модели гидрологии HBV3-EHT9 барои дарёҳои кӯҳӣ бо майдони назарраси яхбандӣ бомуваффақият истифода мешавад. Дар ин тадқиқот он ба ҳавзаи дарёи Фандарё таъбиқ шудааст, ки дар асоси пешгӯии иқлими CMIP5 RCP4.5 ва RCP8.5 сценарияҳои тағйироти захираҳои об то соли 2080 ҳисоб карда шудаанд. То соли 2080 мутобиқи сценарияи иқлими RCP 4,5 инҳироф дар ҳарорати солони ҳаво 2,3°C ва боришоти солони 98-109% меъёрро ташиқ медиҳад ва аз ин рӯ, 23% зиёд шудани захираи об пешбинӣ шудааст. аз меъёр. Мувофиқи сценарияи РКП 8,5 тафовути ҳарорати солони ҳаво 4,3°C ва боришоти солони 101-110% ва оби дарёи Фандарё 36% зиёд мешавад. Дар давоми сол дар ҳамаи моҳҳо баланд шудани ҳарорати ҳаво пешбинӣ карда мешавад. Миқдори боришот дар моҳҳои январ ва декабр ба таври назаррас - 30-95% аз меъёр ва дар моҳи июн 1,5-2,5 маротиба нисбат ба солҳои 2006-2018 зиёд мешавад. Вобаста ба ин, дар тақсими маҷрои дохилисола ду авҷи серобӣ дар моҳҳои июн ва июл дар назар аст. Афзоиши миқдори об дар моҳҳои баҳор ба афзоиши серобӣ ва обхезӣ мусоидат мекунад.

*Калидвожаҳо. тағйирёбии иқлим, захираҳои об, моделкунонии гидрологӣ, HBV3-EHT9, Тоҷикистон, Осиёи Марказӣ.*

## **APPLICATION OF THE HBV-EHT MODEL FOR RUNNOWN ASSESSMENT RIVERS OF FANDARYA FOR THE PERIOD UNTIL 2080**

***Annotation:** The hydrological model HBV3-EHT9 is successfully used for mountain rivers with a significant area of glaciation. In this study, it is applied to the Fandarya River basin, where, based on climate projections CMIP5 RCP4.5 and RCP8.5, scenarios for changes in water resources until 2080 were calculated. By 2080, in accordance with the climate scenario RCP 4.5, the deviation in annual air temperature will be 2.3 °C, and the annual precipitation will be 98-109% of the norm, and therefore, water availability is expected to increase by 23% of the norm. According to the RCP 8.5 scenario, the deviation in annual air temperature will be 4.3 °C, and the annual precipitation will be 101-110% of the norm and the water content of the Fandarya River will increase by 36% of the norm. Within the year, air temperatures are expected to increase in all months. Monthly precipitation will increase significantly in January and December - by 30-95% of normal, and in June by 1.5-2.5 times from the values for 2006-2018. In this regard, in the intra-annual flow distribution, two flood peaks are expected to occur in June and July. An increase in water content in the spring months will contribute to increased mudflow and flood activity.*

***Keywords.** climate change, water resources, hydrological modeling, HBV3-EHT9, Tajikistan, Central Asia.*

## **ВОРИДШАВИИ ТУҒОНҲОИ ЧАНГУ ҒУБОР БА ТОҶИКИСТОН ВА ТАЪСИРИ ОН БА САЛОМАТИ ВА МУҲИТИ АТРОФ**

**Шарипов С.Р.<sup>2</sup>, Абдуллаев С.Ф.<sup>1</sup>, Ҷураев А.М.<sup>1</sup>, Акрамова Р.Я.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институтуи физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

<sup>2</sup>*Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ*

***Аннотатсия:** Туғони чангӣ дар Тоҷикистон як ҳодисаи маъмулист. Хушкӣ маълуми минтақа омили асосии ба вучуд омадани туғонҳои ғуборӣ мебошад. Онҳо ба муҳити зист ва иқлими минтақа таъсири гуногун доранд. Таснифи туғонҳои чанголуд ва шароитҳои синоптикӣ, ки бо пайдоиши онҳо дар Осиёи Марказӣ алоқаманданд, аз рӯи таъсири гуногунии онҳо баррасӣ карда мешаванд. Мо ба хосиятҳои оптикӣ чанг, ки ба ин минтақа хосанд, рӯ меоварем. Туғонҳои чангӣ дурии биниширо хеле кам карда, ба саломати одамон хатар эҷод мекунанд. Онҳо ба режими радиатсионӣ низ таъсири калон мерасонанд. Дар натиҷа, туғони чангу ғубор метавонад дар муқоиса бо рӯзи соф ҳарорати рӯзона то 16 дараҷа паст ва шабона то 7 дараҷа зиёд шавад.*

***Калидвожаҳо:** Туғонҳои чангӣ, Тумани чангӣ, Таъсири ҳарорати аэрозол, Ғафсии оптикӣ аэрозол, Минтақаи биёбон, Минтақаи хушк, Аэрозоли чангӣ.*

**Муқаддима.** Туғони ғуборӣ падидаи шамолҳои сахтест, ки миқдори зиёди хок, кум ва дигар зарраҳоро ба ҳаво бурда, баъдан дар ҳаво овезон шуда, боиси аз 1-2 км то чандсад метр паст шудани диди уфуқӣ мегардад [1-3]. Дар Осиёи Миёна (ОМ) манбаи асосии тундбоди чанг биёбони Қизилқум ва биёбони Қарақум мебошанд. Дар Тоҷикистон туғони чангу ғубор бештар

дар водихои чанубии Кофирниҳони Поён, Вахш, Қизилсу ва Ёхсу ба амал меояд [4].

Тумани чанг ҳодисаест, ки дар он заррачаҳои саҳт дар ҳаво овезон шуда, дидани уфуқи то 2—4 км маҳдуд мешавад. Зарраҳои чанг метавонанд аз он ҷое, ки дар вақти тӯфони чанг ба вучуд меоянд, садҳо ва ҳатто ҳазорҳо километрро дур масофаро тай кунанд. Дар ҳолати ғалайёнҳои пурталотуми атмосфера чангро ба баландии 3—4 километр ва аз ин ҳам зиёдтар бурдан мумкин аст. Ғафсии қабати тумани чанг аз суръати шамол ва сохтори гирдоби он вобаста аст. Ҷараёнҳои болоравии ҳаво боиси он мегардад, ки тумани чанголуд то ба баландии 5-7 километр мебарояд.

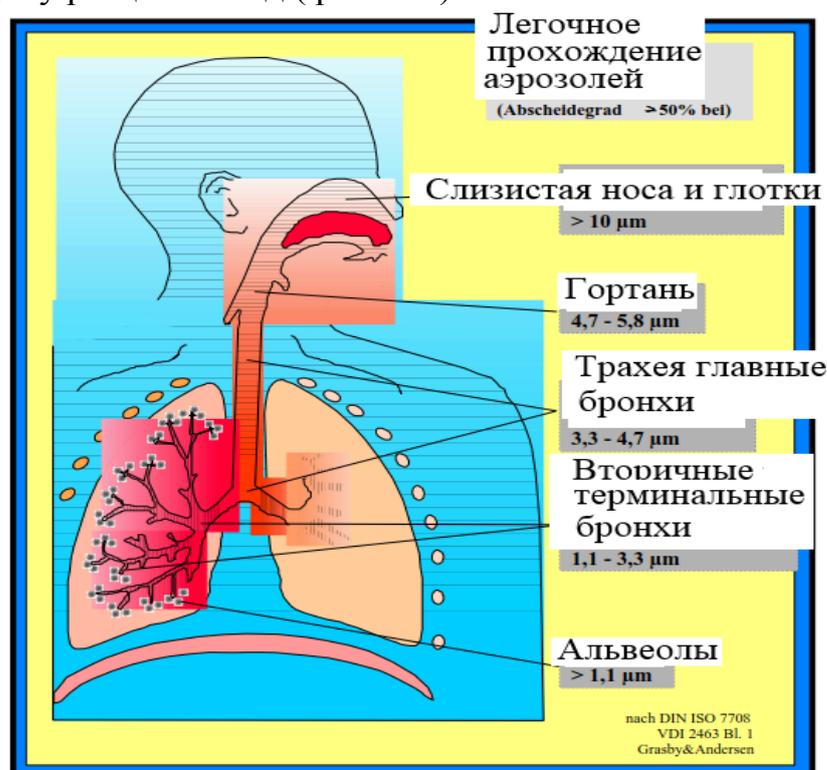
Тоҷикистон дар камарбанди ҷаҳонии ғубор қад-қади роҳи интиқоли ғубор аз баъзе манбаҳои бузурги ғубор, аз қабали биёбони Аралқуми хушкшудаи баҳри Арал, биёбонҳои Қизилқум ва Қаракум дар шарқи баҳри Каспий, биёбонҳои Дашти Кавир ва Дашти Лути Эрон ва биёбонҳои Афғонистон, Саҳрои Кабир ва Такла-Макан ҷойгир шудааст. [1-7]. (расми 1).



**Расми 1.** Харитаи ҷуғрофӣ бо минтақаҳои биёбонӣ (матни сиёҳ), камарбанди хок (хати нуқтаи сабзи дурахшон), макони ченкунии равшан дар Душанбе, Тоҷикистон (матни сурх) (<http://naturalearth.springercarto.com>, мутобиқ карда шудааст).

Ҷамин тариқ, Тоҷикистон ҳамасола (аз апрел то ноябр) аз ҳодисаҳои шадиди чангу ғубор ранҷ мекашад ва як тори чанговар аст. Тоҷикистон кишвари хушк аст ва аз манобеи обаш дар минтақаи кӯхистонии Помир баҳра мебарад, ки бештари он дар пирияхҳо маҳфуз аст. Илова бар ин, Осиёи Марказӣ ва бахусус Тоҷикистон аз тағйири иқлим осеби ҷиддӣ дидааст. Масалан, дар даҳсолаҳои ахир обшавии шадиди пирияхҳо ба мушоҳида мерасад, ки ба захираҳои оби Тоҷикистон ва тамоми Осиёи Марказӣ низ асар гузоштааст. Азбаски дарёҳои муҳими фароминтақавӣ, ба монанди Амударё ва Сир аз обҳои обшавии пирияхҳо, ки дар ибтидо ба баҳри Арал ғизо меоданд, ғизо мегиранд, ки ҳоло ба манбаи пурқуввати чанг табдил ёфтааст [1-7]. Аз тарафи дигар, худӣ чангу ғубор метавонад обшавии пирияхҳоро бо тағйир додани албедро сатҳи пирияхҳо тезонад [6].

Чангу ғубори ҳаво ба саломатии инсон хавфи калон дорад. Андозаи зарраҳои чанг як омили асосии хатари эҳтимоли ба саломатии инсон мебошад. Зарраҳои аз 10 мкм калонтар дар луобпардаҳои бини дар мемонанд ва аз ин рӯ танҳо метавонанд ба узвҳои беруна осеб расонанд, ки боиси доғҳои пӯст ва чашм мегардад. Зарраҳои чанги андозаашон камтар аз 10 мкм аксар вақт ба бинӣ, даҳон ва роҳҳои болоии нафас ворид мешаванд ва метавонанд боиси бемориҳои роҳи нафас ва шуш, аз қабили астма, ва пневмония гардад. зарраҳои чанги аз ҳама хатарноктараш ин, зарраҳои андозаашон хурдтар аз 2,5 мкм мебошад, ки метавонанд ба нуқтаҳои амиқтари шуш ворид шуда, ҳатто ба гардиши хун ворид шаванд ва бо ин васила метавонанд ба тамоми узвҳои дохили таъсир расонанд ва боиси мушкilotи дилу рағҳо шаванд (расми 2).

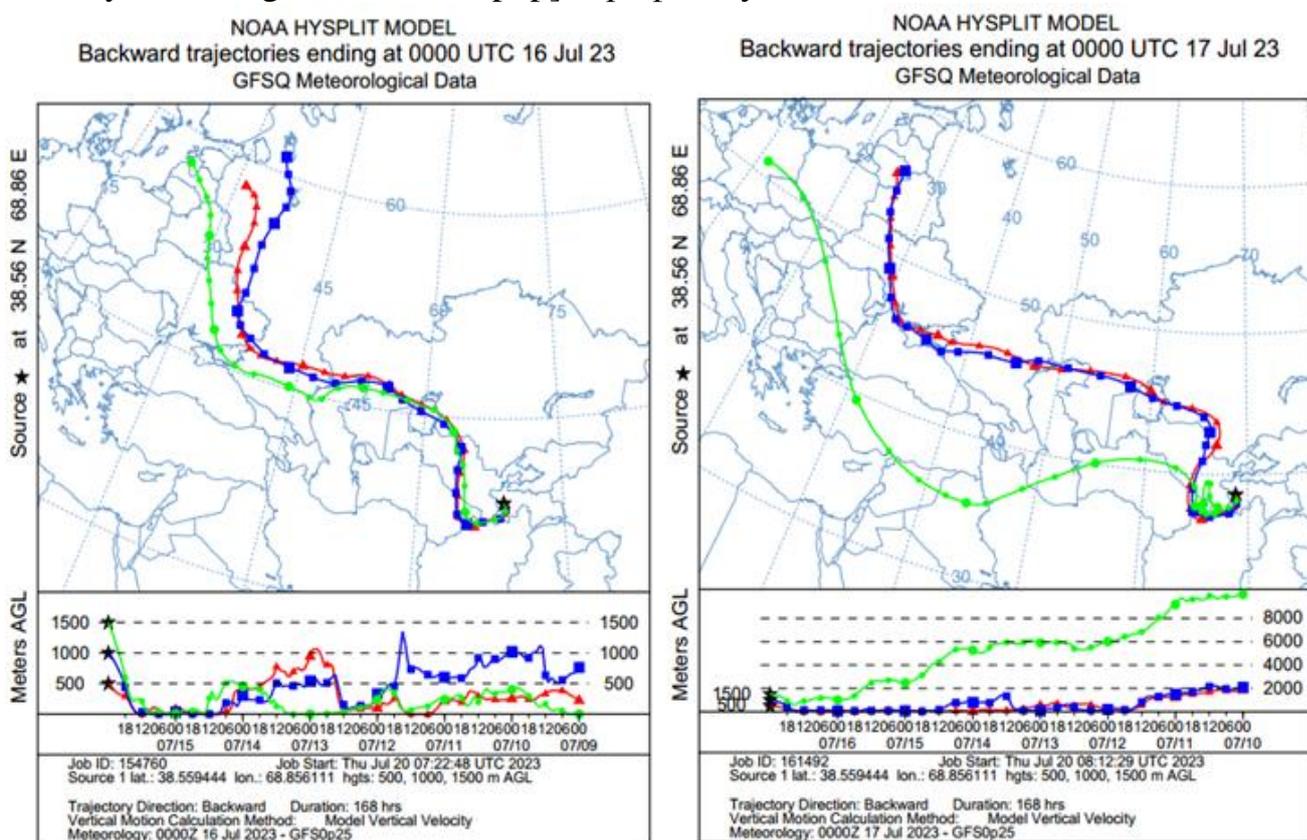


**Расми 2.** Хусусиятҳои тақсимшавии зарраҳо дар шуши инсон  
Бояд гуфт, ки дар давраи то соли 1990. (аз 20 сентябри соли 1989 то 15 октябри соли 1990) асосан баъди тӯфони чанги саҳт боришоти минбаъда мушоҳида карда шуд. Давомнокии ин тӯфонҳои чангу ғуборӣ 6-8 соатро дарбар гирифта, коҳиши диапазони намоён (дурии биниш) - и уфуқӣ то 50 метр мешуд [8,9].

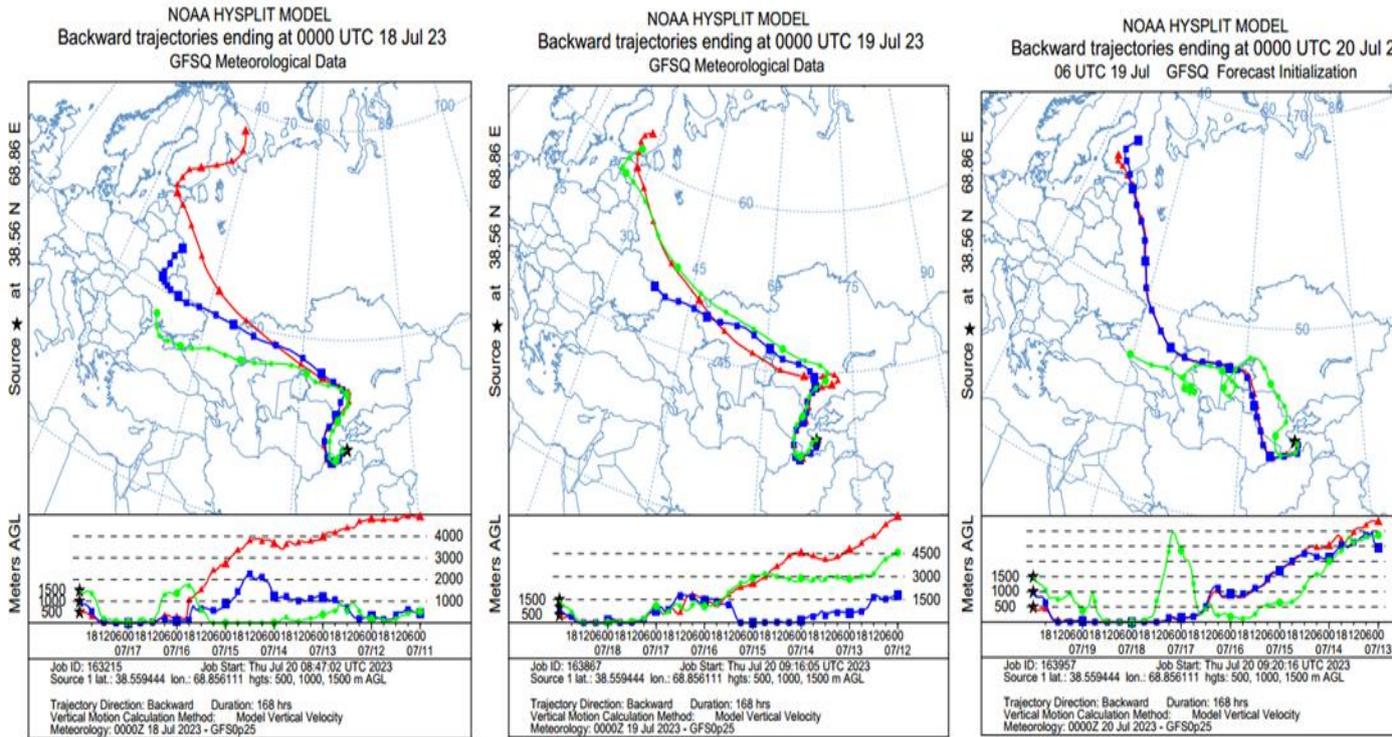
Пас аз солҳои 90-ум давомнокии тумани чанг то 3-8 рӯз (баъзан то як ҳафта) зиёд шуд. Онҳо аксар вақт дар диапазони биниши уфуқӣ тағироти пурқувватро ба вучуд меоварданд ва муҳимтар аз ҳама, бо он боришот ҳамроҳӣ намекарданд. Дар давраи тобистону тирамоҳи соли 2001 туманҳои чанг ба дараҷаи рекордӣ расид. Ин ҳодиса дар давоми 29 рӯзи иқомати тумани ғубор дар Душанбе дар давраи аз моҳи июл то август тақрибан ҳар рӯз рух дод. Моҳи ноябри соли 2007 (аз 8 то 24) тумани чанголуд тамоми каламрави Тоҷикистони Ҷанубиро фаро гирифт. Баъзан биниши уфуқӣ аз

200-500 м камтар буд. Дар моҳи августи соли 2008 (аз 4 то 15) ва августи соли 2009 (аз 25 то 29) чангу ғубор ба назар мерасид, ки боиси бад шудани дараҷаи биниши уфуқӣ то 200 метр гардид. Аксар вақт пас аз давом ёфтани тумани дуру дарози чанг зарраҳои чанг бе ягон боришот ба руи замин мерехтанд. Ин манбаҳо ба сатҳи хеле баланди ифлосшавии қабатҳои рӯизаминӣ оварда мерасонанд [9]. Хамин тавр, омӯхтани хосиятҳои тӯфонҳои чангу ғубор дар Тоҷикистон, ки барои пешгирӣ ва дарёфти роҳҳои ҳалли имконпазири кам кардани ифлосҳои чангуғубори муҳит мусоидат мекунад. муҳим аст. Мақсади ин мақола пешниҳоди тавсифи ҳамачонибаи тӯфонҳои чангу ғубор дар Тоҷикистон бо алоқаманд кардани шароити муҳити зист, хосиятҳои чанг ва таъсири гуногуни чанг мебошад.

**Натиҷа ва муҳокима.** Барои муаян кардани масири баръаксии ифлосшавӣ маълумот аз HYSPLIT (Hybrid Single Particles Lagrangian Integrated Trajectory model), лабораторияи захираҳои атмосферӣ NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration,) [URL: <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>] гирифта шуд.



**Расми 3.** Масири баръаксии чангу ғубор барои Душанбе дар таърихи рӯзиҳои 16 – 17 .07.2023.



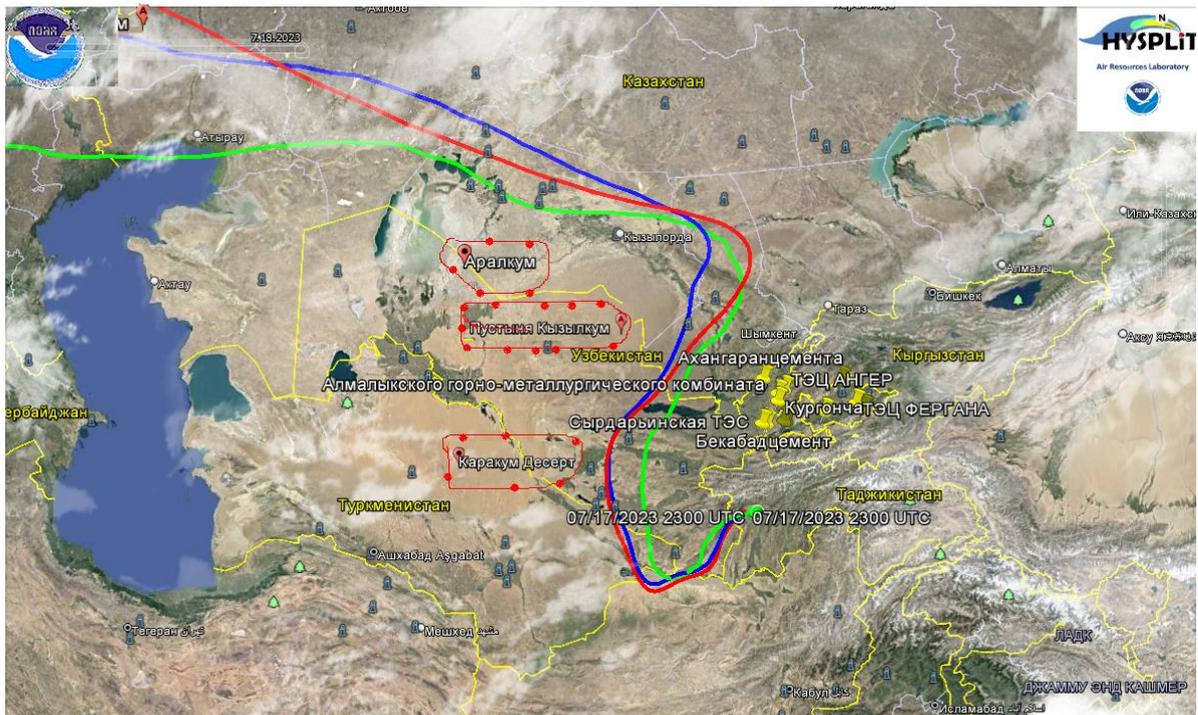
**Расми 4. Масири баръаксии чангу ғубор барои Душанбе дар таърихи рӯзҳои 18 – 20 .07.2023.**

Аз руи маълумотҳои ба даст омадаи таҳқиқотҳо, аз таърихи рӯзҳои аз 16 то 20 - уми июли соли 2023 гузаронида шуд (расми 3,4), масири туфонҳои чангӣ, барои баландиҳои: **500м, 1000 м ва 1500м** – аз боломи биёбони Аралкуми баҳри хушки Арал, биёбонҳои Қизилқум ва Қароқум дар шарқи баҳри Каспий мегузарад;

Масири баръаксии чангу ғубор ба таври возеътар дар расмҳои 4 (а,б) ва 5 инъикос ёфтааст.



**Расми 5. Масири баръаксии чангу ғубор барои Душанбе дар таърихи рӯзҳои 16 – 18 .07.2023.**



**Расми 6.** Масири баръаксии чангу ғубор барои Душанбе дар таърихи рӯзиҳои 19 – 20 .07.2023.

**Хулоса.** Чигунае, ки дар ҳисоботҳои қабли ёдрас карда будем, манбаҳои асосии туфонҳои чангу ғубор навобаства аз он, ки аз қучо сарчашма мегирад, ҳамон нуқтаҳое, ба ҳисоб меравад, ки дар он масир паст фаромадааст ( яъне ба Замин яқсон шудааст) ва ин нуқтаҳо бештар ба минтақаҳои биёбонӣ рост меояд ( нигаред ба расми 3-4).

Туфонҳои чангӣ навобаства аз қучо сарчашма мегирад, дарвозаи асосии воридшавияш ба Тоҷикистон тавассути Афғонистон мебошад ( нигаред ба расми 3-6). Барои ҳамин ин туфонҳои чангу ғубор дар байни мардуми мо бо номи "бодҳои афғонӣ" маъруф аст.

### **Феҳристи адабиёт**

1. Sabur.F.Abdullaev, Irina.N.Sokolik. Main Characteristics of Dust Storms and Their Radiative Impacts: With a Focus on Tajikistan/Sabur.F.A., Irina.N.Sokolik//Journal of Atmos. Science Res.Volume 02. Issue 02. April 2019
2. Goody, R.M. Atmospheric Radiation [Russian translation], 1966.
3. Abdullaev, S.F. The impact of global climate change and adaptation measures to climate change. In Nature and Us: Questions of environmentally sustainable development in Tajikistan, Dushanbe, 2009: 155-184.
4. Nazarov, B.I.; Abdullaev, S.F. Aerosol pollution under arid and mountainous areas of Tajikistan. In Proceedings of International Expert Meeting on the environment: 60-62.
5. Makhmadaliev, B.; Novikov, V. The First National Communication of the Republic of Tajikistan to the United Nations Framework Convention on Climate Change; Dushanbe, Tajikistan, 2002.
6. Makhmadaliev, B.; Kayumov, A.; Novikov, V.; Mustaeva, N.; Rajabov, I. The second national communication of the Republic of Tajikistan under the United Nations framework convention on climate change; Dushanbe, 2008.

7. Kayumov, A.; Novikov, V. Third National Communication of the Republic of Tajikistan under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 2014.

8. Hofer, J.; Althausen, D.; Abdullaev, S.F.; Makhmudov, A.N.; Nazarov, B.I.; Schettler, G.; Engelmann, R.; Baars, H.; Fomba, K.W.; Müller, K. Long term profiling of mineral dust and pollution aerosol with multiwavelength polarization Raman lidar at the Central Asian site of Dushanbe, Tajikistan: case studies. Atmospheric Chemistry and Physics 2017, 17, 14559.

9. Nazarov, B.I.; Abdullaev, S.F.; Maslov, V.A. Dynamic processes during dust incursions in Central Asia Irfon: Dushanbe, 2016.

### **ПРИБЫТИЕ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ В ТАДЖИКИСТАН И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Аннотация:* Пыльная буря – обычное явление в Таджикистане. Известная засушливость региона является основным фактором возникновения пыльных бурь. Они по-разному влияют на окружающую среду и климат региона. Классификация пыльных бурь и синоптических условий, связанных с их возникновением в Центральной Азии, обсуждаются в соответствии с их различными эффектами. Обратимся к оптическим свойствам пыли, характерным для этого региона. Пыльные бури сильно снижают видимость и представляют опасность для здоровья людей. Они также оказывают большое влияние на радиационный режим. В результате пыльная буря может понизить температуру на 16 градусов днем и на 7 градусов ночью по сравнению с ясным днем.

*Ключевые слова:* Пыльные бури, Пылевая дымка, Влияние температуры аэрозоля, Оптическая толщина аэрозоля, Пустынный регион, Сухой регион, Пылевой аэрозоль.

### **THE ARRIVAL OF DUST STORMS INTO TAJIKISTAN AND ITS EFFECTS ON HEALTH AND THE ENVIRONMENT**

*Annotation:* Dust storm is a common occurrence in Tajikistan. The known aridity of the region is a major factor in the occurrence of dust storms. They affect the environment and climate of the region in different ways. The classification of dust storms and the synoptic conditions associated with their occurrence in Central Asia are discussed according to their various effects. Let us turn to the optical properties of dust characteristic of this region. Dust storms greatly reduce visibility and pose a health hazard. They also have a great influence on the radiation regime. As a result, a dust storm can drop temperatures by 16 degrees during the day and 7 degrees at night compared to a clear day.

*Keywords:* Dust storms, Dust haze, Effect of aerosol temperature, Aerosol optical depth, Desert region, Dry region, Dust aerosol.

### **АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫНКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**Умирзоков А.М.**

*Таджикский технический университет им. М. Осими*

*Аннотация:* Статья посвящена оценке энергетической эффективности развития рынка электромобилей, эксплуатируемых в горных и высокогорных условиях. Предложен анализ энергетической эффективности рынка электромобилей проведен через призму системы водитель, электромобиль, дорога, среда (ВЭДС). Методология исследования

основана на использовании концепции SWOT-анализ эффективности системы ВЭДС и установлены его сильные и слабые стороны с учетом суровости условий функционирования системы. Предложена схема классификационной характеристики энергетической эффективности системы ВЭДС. Целью исследований является обоснование текущих характеристик рынка электромобилей в Республике Таджикистан, установление причины некоторого отставания объемов продаж электромобилей в Республике по сравнению с европейскими странами и формирование прогноза рынка электромобилей в стране.

**Ключевые слова:** водитель, электромобиль, дорога, среда, энергетическая эффективность, горные условия, SWOT-анализ.

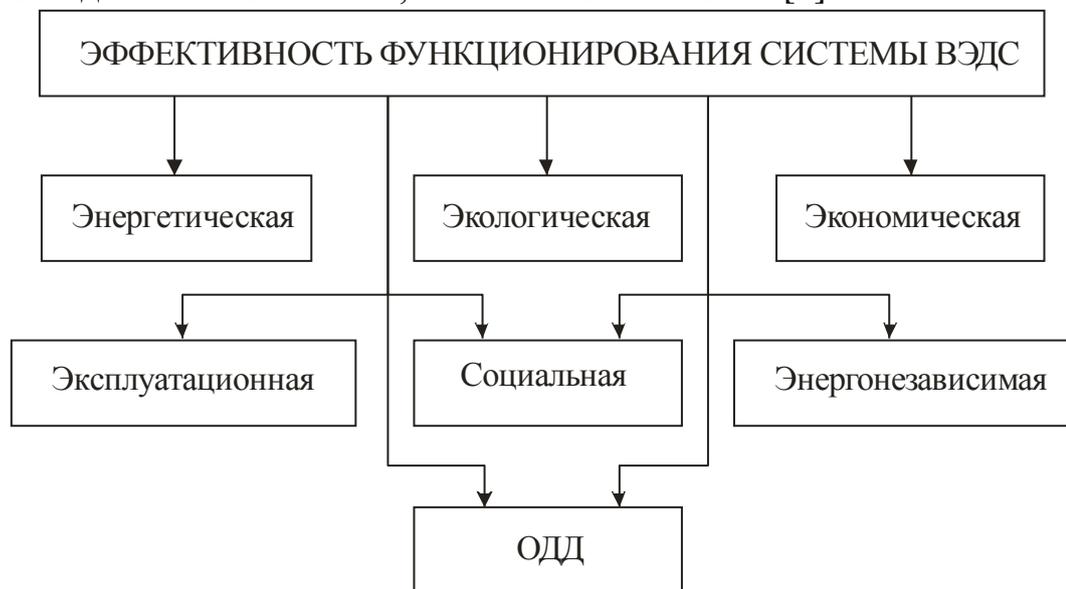
## Введение

Анализ энергетической эффективности рынка электромобилей целесообразно провести через призму системы водитель, автомобиль, дорога, среда (ВАДС), вернее системы водитель, электромобиль, дорога, среда (ВЭДС). При этом анализ энергетической эффективности рынка электромобилей логически и неизбежно сводится к анализу эффективности функционирования системы ВЭДС. Это утверждение особенно актуально при анализе энергетической эффективности электромобилей, эксплуатируемых в суровых горных и высокогорных условиях Республики Таджикистан. Система ВЭДС, как и система ВАДС, является большой и сложной, эффективность которых обуславливается большим числом факторов и их сочетаниями.

## Материалы и методы исследования

Отличительная особенность анализа и оценки энергетической эффективности системы ВЭДС от системы ВАДС основана, главным образом, на различии функционирования системообразующих элементов (электромобиля и автомобиля с ДВС), а также их сочетаний. Автомобиль от электромобиля, как значимые факторы, обуславливающие эффективность соответствующих систем, отличающихся между собой по большому числу показателей: энергетическим, экологическим, экономическим и др. (рис.1). При этом необходимо обратить внимание на такую классификационную характеристику эффективности транспортного средства (ТС), как эффективность, привязанную на энергонезависимость функционирования отдельных систем. Следует отметить, что электромобили в условиях республики Таджикистан, с точки зрения энергонезависимости, значительно эффективны по сравнению с автомобилями, оснащенными ДВС. Это связано с тем, что Таджикистан является крупным производителем электроэнергии в регионе, а по гидроэнергетическому потенциалу занимает восьмое место в мире с общим потенциальным запасом 527 млрд. кВт·ч., что составляет 4% общемирового гидроэнергетического потенциала. Все это является стратегически важным аспектом развития электроавтотранспортного сектора страны. Что касается стратегии развития автомобилей с тепловыми двигателями, она характеризуется ограничениями запасов нефти и газа. В Таджикистане объемы разведенных запасов нефти составляют 2,2 млн тонн, а газа — 3,4 млрд куб. метров при годовой потребности страны в

нефтепродуктах около 600 тыс. т. [8, 9]. В 2022 году добыча нефти в Таджикистане составила всего около 25 тыс. тонн. По данным статистического ведомства, в 2022 году в Таджикистане произведено всего 510 тонн бензина, 4 тыс. тонн дизельного топлива, 5,1 тыс. тонн мазута, 3,2 тыс. тонн битума. Между тем, страна, согласно данным Минэнерго, в 2022 году импортировала около 853 тыс. тонн нефтепродуктов, в частности: 387 тыс. тонн дизельного топлива; 320 тыс. тонн бензина [9].



**Рисунок 1.** Схема классификационной характеристики эффективности функционирования системы ВЭДС.

Что касается влияния горной дороги на эффективность систем ВАДС и ВЭДС, то можно утверждать следующее: при движении автомобиля на подъем установлено значительное повышение расхода топлива, а для электромобилей на горных дорогах предполагается значительное снижение запаса хода при сокращении показателей надежности аккумуляторной батареи.

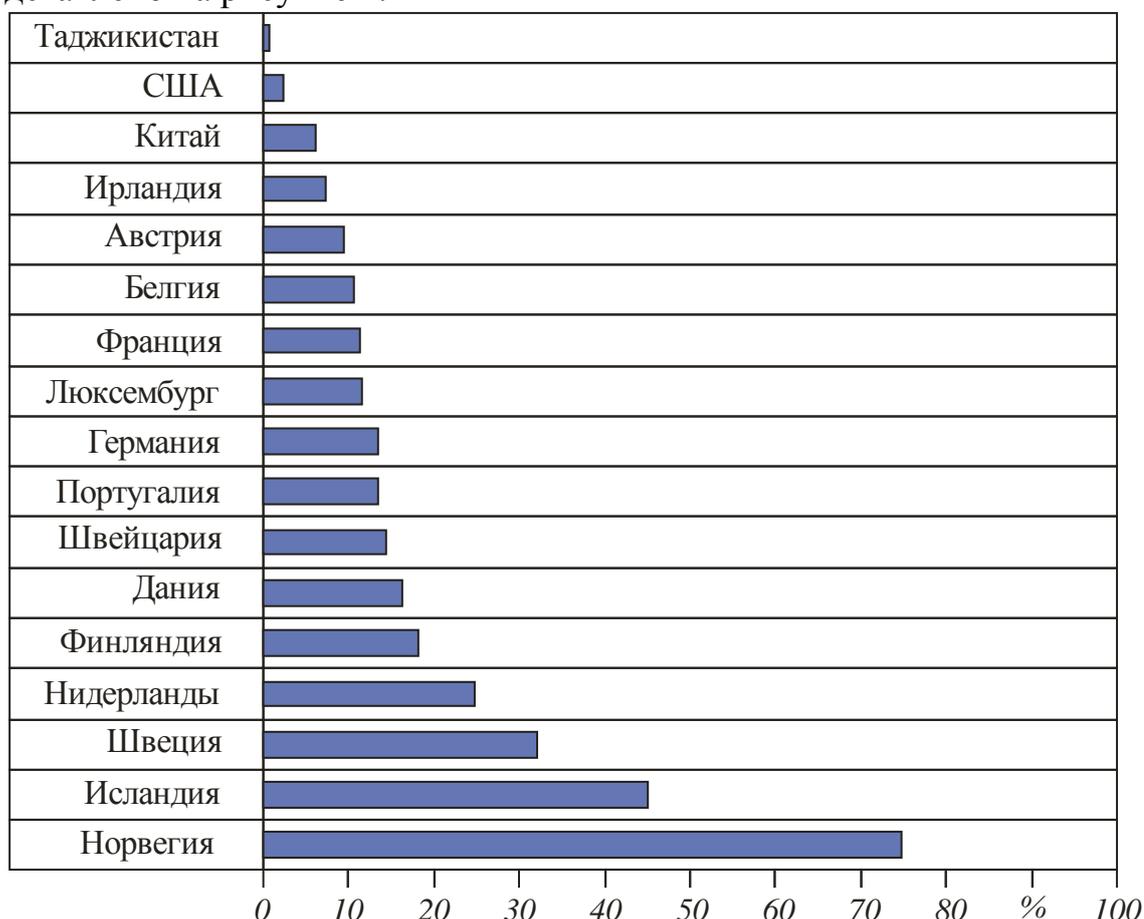
Немаловажная роль в формировании эффективности системы отводится высоте н.у.м. Если с ростом высоты н.у.м. на каждую тысячу метров расход топлива ДВС увеличивается примерно на 10-15%, то этот показатель горной среды не оказывает практически никакого влияния на мощность электродвигателя [5,6].

Значительно высокие показатели эффективности (энергетической, экологической и др.) функционирования системы ВЭДС по сравнению с системой ВАДС в горных условиях Республики Таджикистан стимулируют развитие такого сектора транспортной отрасли, как производство и продажа электромобилей.

По оценкам рейтингового агентства Bloomberg, уже через двадцать лет, к 2040 году продажам электромобилей будет принадлежать 2/3 мирового авторынка, в количественном выражении прирост составит порядка 63 млн штук (с 3 млн штук до 66 млн штук) [10]. Справедливость этих высказываний не вызывает сомнений если проанализировать темпы продаж новых легковых

автомобилей по странам мира, исходя из доли электромобилей с подзарядкой от электросети, представленной на рис. 2

Распределение стран, исходя из доли электромобилей с подзарядкой от электросети, в продажах новых легковых автомобилей в 2020 году представлено на рисунке 1.



**Рисунок 2.** Доля электромобилей в продажах новых авто в 2020 году.

Следует отметить, что в Европе продажа электромобилей сегодня превышает продажу автомобилей с дизельными двигателями и превышает 15%. При этом первое место по популярности занимают бензиновые автомобили с долей рынка 36,3%, следом за ними идут гибридные автомобили, на которые приходится 24,3% [11].

По данным LMC Automotive и EV-Volumes.com, в прошлом году в мире было продано около 7,8 млн электромобилей, что на 68% превышает показатель 2021 года. При этом, по подсчетам той же LMC, мировой объем продаж автомобилей по итогам 2022 года составил 80,6 млн. Таким образом, доля полностью электрических авто от глобальных продаж составила 9,67%. В Европе доля электромобилей уже достигла 11% от прошлогодних продаж, а в Китае — и вовсе 19%. В США доля новых электромобилей на рынке пока значительно скромнее — 5,8%. Но по сравнению с 2021 годом этот показатель вырос на 81,25% [7.12].

Поскольку в 2021 году рынок ожидает появления около 150 новых моделей электро- и гибридных автомобилей, можно предположить, что в

дальнейшем будет продолжаться рост их продаж. Для систематизации причин роста продаж электрокаров проведем SWOT анализ, выявив круг сильных и слабых сторон данного сегмента авторынка, а также состав наиболее уязвимых мест, препятствующих его развитию (рис. 3).

По результатам SWOT-анализа можно заключить, что современные конструкции электромобилей технологически совпадают, или они лучше, чем обычные альтернативы. Для заметного стимулирования продаж решающим фактором может стать оборудование достаточного количества зарядных станций и снижение стоимости аккумулятора, что обеспечит более низкую по сравнению с альтернативами стоимость владения.

К числу сильных сторон электромобилей следует отнести комфорт управления ими, более низкие эксплуатационные расходы, более высокие показатели надежности и эффективности их функционирования. Конструктивные особенности электромобилей связаны с значительно меньшим числом подвижных деталей по сравнению с ДВС, и низкой теплонапряжённостью деталей электродвигателя, что способствует сокращению затрат, связанных с ТО и ремонтом. У электромобиля дольше служат детали тормозного механизма благодаря системе рекуперации энергии торможения в энергию подзарядки батареи.



**Рисунок 2.** SWOT-анализ факторов, влияющих на развитие рынка электромобилей (составлен автором).

Наряду с очевидными преимуществами электромобилей, имеются ряд слабых мест и угроз, препятствующих развитию рынка электрических ТС.

1. Небольшой запас хода, особенно в горных условиях эксплуатации.
2. Слабо развитая инфраструктура обслуживания электромобилей.
3. Низкая реальная надежность по сравнению с сертифицированными показателями.
4. Бесшумность электромобиля, которая обладает определенными преимуществами и недостатками.

5. Незаработанность адекватной модели ценозависимого управления спросом на электропотребление при чрезмерном его повышении и т.п. [1.2.3.4].

Вопрос об использовании электромобилей является весьма актуальным и для нашей страны. Одним из ключевых аргументов в его пользу выступает анализ данных о выбросах в атмосферу загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками. Согласно данным доклада **Швейцарской компании IQAir о качестве воздуха в мире** Таджикистан по уровню загрязненности воздуха расположился на четвертой строчке [13]. Другим немаловажным аспектом актуальности широкого внедрения электромобилей в транспортную систему Таджикистана является то, что применение электрических силовых установок на автомобилях и других транспортных средствах для республики является стратегически важным вопросом, обеспечивающим топливную независимость страны в недалеком будущем. Самым главным моментом в этом плане, конечно же, является высокая, в разы превышающая эффективность функционирования системы ВЭДС по сравнению с системой ВАДС, особенно в горных условиях эксплуатации ТС.

### Результаты исследования

Ниже приведены данные сравнительной оценки эффективности функционирования автомобильных ТС, оснащенных электрической, гибридной и тепловой энергетическими установками (табл.1). В качестве объекты исследования были приняты электромобиль марки BYD JAC Nissan leaf, автомобиль-гибрид марки Toyota Prius и автомобиль Mercedes-Benz-C Class C205. Соответствующие режимы движения выбраны в г. Душанбе и в его окрестностях.

**Таблица 1.** Результаты сравнительного анализа показателей эффективности транспортных средств, %

Условия эксплуатации ТС	Потери энергии при зарядке АКБ	Паразитические потери	Потери в системе электропривода	Дополнительные электрич. потери	Потери в двигателе	Потери в трансмиссии	Потери энергии при простое	Рекуперация энергии торможения (илет на зарядку аккумулятора)	Энергия на колесах			
									всего	расходуемая на сопротивление		
										торможения	воздуха	качества
Комбинированный цикл езды электромобиля по «город/трасса»												
равнинны	16	4	16	0 - 4	-	-	0	17	(60-	22-23	33-	22-

е									64)+17*=77-81		35	23
горные	16	4	20	2 - 6	-	-	0	21	(54-58)+21*=75-79	23-30	32-33	22-23
Езда электромобиля по городу (остановка и движение)												
равнинные	16	4	18	0 - 6	-	-	0	30	(54-62)+30*=84-92	34-40	27-29	23-25
горные	16	4	22	4 - 8	-	-	0	34	(50-54)+34*=84-88	35-36	25-27	24-25
Езда электромобиля по шоссе												
равнинные	16	2	14	0 - 2	-	-	0	6	(65-68)+6*=71-74	7	43-45	21-22
горные	16	3	16	2 - 4	-	-	0	8	(61-63)+8*=69-71	8	40-41	21-22
Комбинированный цикл езды автомобиля -гибрида по «город/трасса»												
равнинные	-	4 - 6	-	0 - 3	65-69	3 - 5	0	7	17 - 28	4-6	7-12	6-10
горные	-	4 - 6	-	1 - 3	68-70	3 - 5	0	9	16 - 22	5-6	5-6	6-10
Езда автомобиля -гибрида по городу (остановка и движение)												
равнинные	-	3 - 4	-	0 - 4	66-69	3 - 5	0	11	18 - 28	4-6	8-11	6-11
горные	-	3 - 4	-	2 - 4	68-71	3 - 5	0	14	16 - 24	4-6	6-7	6-11
Езда автомобиля -гибрида по шоссе												
равнинные	-	2 - 4	-	0 - 2	60-63	3 - 5	0	3	26 - 35	6-7	14-17	6-11
горные	-	2 - 4	-	2 - 3	63-66	3 - 5	0	3	21 - 30	6-7	10-14	5 - 10
Комбинированный цикл езды автомобиля с ДВС по «город/трасса»												
равнинные	-	3 - 4	-	0 - 2	64-70	5 - 6	3	-	15 - 25	4-11	5-8	6-6
горные	-	3 - 4	-	1 - 2	66-72	5 - 6	3	-	13 - 22	5-13	3-5	5-6
Езда автомобиля с ДВС по городу (остановка и движение)												
равнинные	-	3 - 4	-	0 - 2	67-70	4 - 5	5	-	14 - 21	8-11	3-5	3-5
горные	-	3 - 4	-	0 - 2	79-72	4 - 5	5	-	12-19	8-12	1-2	3-5
Езда автомобиля с ДВС по шоссе												
равнинные	-	3 - 4	-	0 - 2	64-69	5 - 6	0	-	19 - 28	2-3	12-17	5-8
горные	-	3 - 4	-	0 - 2	67 - 72	4 - 5	0	-	17 - 26	3-4	9-14	5-8

Сравнивая энергоэффективность автотранспортных средств, оснащенных с различными энергетическими установками, по показателю использования доли полученной энергии на передвижение, можно утверждать, что электромобили значительно опережают автомобили-гибриды и автомобили с ДВС. При этом значения показателя для электромобиля, движущегося на различных режимах в равнинных и горных условиях эксплуатации, соответственно варьирует в пределах 71-92%. Для автомобилей -гибридов эти же показатели равняются, соответственно 16-35%, а для автомобилей с ДВС – 12-28%.

### **Обсуждения**

Из анализа полученных результатов следует, что электромобили демонстрируют наибольшую эффективность в городском режиме движения. Показатели эффективности электромобилей в горных условиях эксплуатации несколько ниже, что объясняется увеличением затрат на их передвижение. Наибольшие затраты энергии при эксплуатации электромобилей приходится на потери в системе электропривода и на процесс подзарядки аккумуляторных батарей, что составляет 14 до 22% в зависимости от режимов движения и условий эксплуатации. С учетом возможности повторного использования или рекуперации энергии торможения для подзарядки аккумуляторной батареи, доля энергии, затрачиваемой на привод ведущих колес электромобиля, достигает от 71 до 92%, что значительно превышает этот же показатель для автомобилей - гибридов (16-35%) и автомобилей с ДВС (12-28%). Следует отметить, что наихудшие показатели (12-19%) относятся к автомобилям, оснащенными ДВС, эксплуатируемые в горных условиях городского режима.

Все это касается только показателей энергетической эффективности автотранспортных средств. Если учесть эффективности: экологические, экономические, эксплуатационные, энергонезависимости, социальные и ОДД, то будущее автомобилизации в Республике Таджикистан определено и однозначно за электротранспортом.

### **Выводы**

1. В перспективе электромобили массово вытеснят ДВС-модели не только из-за более дешевой «заправки» и экологии, но и благодаря большей эффективности двигательной установки.

2. Эффективность электромобиля в течение всего жизненного цикла, начиная от добычи материалов, необходимых для его производства, и заканчивая утилизацией, заметно выше, чем в случае автомобиля с ДВС.

3. В республике Таджикистан с развитой возобновляемой энергетикой эффективность функционирования системы ВЭДС значительно выше по сравнению с системой ВАДС, при том, что она напрямую не зависит от источника потребляемой энергии.

### **Список литературы**

1. Бобарыкин, В.А. Новые модели и методы решения задач использования транспортных средств / В.А. Бобарыкин, Б.Д. Прудовский, Г.И. Трофимова. – М.: Транспорт, 1975.–57 с.
2. Дацюра, С.В. Перспективы ценозависимого энергопотребления/ С.В. Дацюра, С.И. Ножко, И.П. Соболева// Системы Методы Технологии, 2022.– № 4 (56) – С. 46-52.
3. Канторович, Л.В. Проблемы эффективного использования и развития транспорта / Л.В. Канторович. – М.: Наука, 1989.–301 с.
4. Квитко, Х.Д. Эффективность использования грузовых автомобилей / Х.Д. Квитко. – М.: Транспорт, 2003.–174 с.
5. Умирзоков, А.М. Моделирование расхода топлива большегрузными автомобилями в горных условиях эксплуатации/А.М. Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, Ш.К. Самиев//Труды НГТУ им. Р.Е.Алексеева.2020.–№2(129). – С.140-149.
6. Умирзоков, А.М. Оценка эффективности эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья Республики Таджикистан/ А.М. Умирзоков, А.А. Саибов, Б.Ж. Мажитов, А.Л. Бердиев, Ф.А. Турсунов// Актуальные проблемы эксплуатации АТС: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. 24-25 ноября 2016г. г. Владимир, ВГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Аркаим,2016.–336 с.
7. Юсупова, О.А. Текущее состояние и тренды рынка электромобилей в России и мире / О. А. Юсупова // ЭТАП: Экономическая Теория, Анализ, Практика. - 2021. - № 6. - С. 131-143.
8. [https://news.rambler.ru/world/45739249/?utm\\_content=news\\_media&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink](https://news.rambler.ru/world/45739249/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink) (дата обращения: 22.07.2023г.).
9. <https://asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/economic/20230710/krupnii-npznayuge-tadzhikistana-rasschitivaet-na-azerbaidzhanskuyu-neft>] (дата обращения: 22.07.2023г.).
10. АВТОСТАТ Аналитическое агентство. Рынок новых электромобилей. URL: [https://autostat-ru.turbopages.org/autostat.ru/s/news/46477/?utm\\_source=turbo\\_turbo](https://autostat-ru.turbopages.org/autostat.ru/s/news/46477/?utm_source=turbo_turbo) (дата обращения: 22.07.2023 г.).
11. <https://www.ixbt.com/news/2023/07/19/jelektromobili-vpervye-oboshli-prodazham-dizelnye-mashiny-v-evrope.html>(дата обращения: 22.07.2023 г.).
12. <https://www.kommersant.ru/doc/5773208>(дата обращения: 22.07.2023 г.).
13. <https://your.tj/tadzhikistan-voshel-v-pjaterku-stran-s-samym-zagraznennym-vozduhom-v-2021-godu/>(дата обращения: 22.07.2023 г.).

## **ТАҲЛИЛИ САМАРАНОКИИ БОЗОРИ ЭЛЕКТРОМОБИЛҶО ДАР ШАРОИТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

*Аннотатсия:* мақолаи мазкур ба баҳодихии самаранокии инкишофи бозори электромобилҳои дар шароитҳои қуҳсор ва баландқуҳ баҳшида шудааст. Гузаронидани таҳлили самаранокии бозори электромобилҳо дар асоси системаи ронанда-электромобил-роҳ муҳит (РЭРМ) пешниҳод гардидааст. Методологияи тадқиқот ба истифодабарии консепсияи SWOT-таҳлили самаранокии системаи РЭРМ асос ёфтааст

ва ҷихатҳои мусбат ва манфии он бо дарназардошти муташанниҷии шароити амали система муқаррар гардидааст. Схекаи тавсифоти синфбандии самаранокии системаи РЭРМ пешниҳод гардидааст. Мақсади тадқиқот аз асосноккунии тавсифоти ҷории бозори электромобилҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, муқаррар намудани сабабҳои наҷандон зиёди ҳаҷми фурӯши электромобилҳо дар Ҷумҳурии нисбат ба мамлакатҳои Оврупо ва ташаккули пешгуи бозори электромобилҳо дар кишвар иборат мебошад.

**Калидвожаҳо:** ронанда, электромобил, роҳ, муҳит, самаранокӣ, шароити куҳсор, SWOT-таҳлил.

## ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE ELECTRIC VEHICLE MARKET IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

**Annotation:** the article is devoted to assessing the effectiveness of the development of the market of electric vehicles operated in mountainous and high-altitude conditions. An analysis of the effectiveness of the electric vehicle market is proposed to be carried out through the prism of the driver, electric vehicle, road, environment (VEDS) system. The methodology of the study is based on the use of the concept of SWOT-analysis of the effectiveness of the VADS system and its strengths and weaknesses are established, taking into account the severity of the operating conditions of the system. A scheme of classification characteristics of the efficiency of the VDS system is proposed. The purpose of the research is to substantiate the current characteristics of the electric vehicle market in the Republic of Tajikistan, to establish the reason for a certain lag in sales of electric vehicles in the Republic compared to European countries and to form a forecast of the electric vehicle market in the country.

**Keywords:** driver, electric vehicle, road, environment, efficiency, mountain conditions, SWOT analysis.

## ЛАВҲАДЕВОРИ БИСЁРҚАБАТАИ ЭНЕРГИЯСАМАРАНОК БАРОИ БИНОҲОИ МАРКАЗҲОИ ИҶТИМОӢ

**Фирдавс Ҳасанов,**

*Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

**Аннотатсия:** лавҳадевори бисёрқабатаи энергиясамаранок, ки аз фибрабетон (бетони наҳдор), масолеҳи гармимуҳофизи «Пеноплэкс» ва керамзитубетон иборат аст, аз дигар конструкцияҳо бо он фарқ мекунад, ки он бо истифода аз қолаби уфуқӣ бо пайвстукунии кунҷҳо ба воситаи мурватҳо сохта шуда, сараввал қолаби уфуқӣ бо назардошти андозаҳои умумии синҷи бино дар корхонаҳои истеҳсоли бо истифода аз гаҷ ва маводҳои кимиёвӣ, ки шакли намои биноро инъикос мекунанд, омода карда мешавад, дар марҳилаи дуюм қабати фибрабетон бо гафсии 20 мм зери фишори 15 МПа ба қолаб рехта мешавад ва дар қабати фибрабетон ҳамутҳои диаметри 8 мм аз арматураи синфи А-III (А400) насб карда мешаванд, Баъд аз саҳт шудани фибрабетон (баъди 2 соат) масолеҳи гармимуҳофиз «Пеноплэкс» гузошта шуда, дар марҳалаи навбатӣ ба воситаи ларзиши сертакрор маҳлули керамзитубетон, гафсиаш 80 мм, бо симтури конструктиви қадамаи 200x200мм, диаметри  $d = 8$  мм аз арматураи синфи А-III (А400) рехта мешавад.

**Калидвожаҳо:** лавҳадевор, бисёрқабата, энергиясамаранок, масолеҳ, фибрабетон, зайриборбардор

Проблемаи афзоиш додани самаранокии энергия дар тамоми ҷаҳони

муосир, аз ҷумла дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (ҶТ) аҳамияти бениҳоят назаррас ва афзалиятнок ба ҳисоб меравад.

Бо қабул намудани Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи сарфачӯӣ ва самаранокии энергия» (соли 2013) ҳалли масъалаҳои энергиясамаранокӣ махсусан мубраму сарпивактӣ гардиданд. Муътадил гардонидани истеҳсол ва харчи энергия, ки барои тараққиёти интенсивии иқтисодии халқ зарур аст, самти асосии сарфачӯӣ ва самаранокии энергия (СваСЭ) мебошад. Дар асоси ин, айни замон вазифаҳои сарфачӯӣ энергия, коркард ва татбиқи методҳо ва усулҳои сарфаи харчи энергия, инчунин технологияи сарфачӯӣ энергия, истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия барои ҳамаи соҳаҳои хоҷагии халқ актуалӣ мебошанд. Агар ба назар гирем, ки нисфи истеъмолкунандагони энергия биноҳо, аз ҷумла биноҳои таъиноти иҷтимоидошта мебошанд, пас масъалаи муҳими илмию техниро коркарди муосири самаранокӣ ҳалли конструктивӣю технологияи конструксияҳои ихтотавӣ (КИ), сарфачӯӣ ҳамаҷонибаи энергия ва зиёд намудани самаранокии бунёди биноҳо ва иншоот ташкил медиҳад.

Ҳалли масъалаи мазкур барои минтақаҳо, ки аз як тараф таъмин намудани захираҳои энергетикӣ хусусӣ кифоя намебошад, аз тарафи дигар шароити иқлимӣ шадид мавҷуд аст, дахл дорад. Ба инҳо қариб тамоми ҳудуди мамлақати мо дохил мешаванд.

Бо дарназардошти муҳимият ва мубрамияти сарфаи захираҳои энергетикӣ, зарурати беҳтар намудани нишондиҳандаҳои гармимуҳофизии биноҳо Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати ҶТ, меъёру қоидаҳои нави сохтмонро, аз қабилӣ Меъёрҳои қоидаҳои сохтмони МҚС ҶТ 23-02-2021 “Гармимуҳофизии биноҳо”, МҚШ ҶТ 23-01-2018 “Иқлимшиносии сохтмонӣ”, МҚС ҶТ 41-01-2009 “Гармкунӣ, ҳавоивазкунӣ ва ташкили муҳити зист”, ки айни замон ҳуҷҷатҳои асосии меъёрии лоиҳакашии гармимуҳофизии биноҳо ба ҳисоб мераванд қабул намудааст.

СваСЭ яке аз самтҳои афзалиятноки сиёсати давлатӣ дар соҳаи энергетика мебошад. Дар асоси ин ҳалли масъалаҳои баланд бардоштани энергиясамаранокии биноҳои шаҳрвандӣ хело саривактӣ ва мубрам мебошад.

Бо мақсади таҳқиқ ва ҳалли яке аз шохаҳои масъалаи болозикр, аз ҷониби гуруҳи муҳаққиқони Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, бо иштироки бевоситаи муаллиф зери роҳбарии муҳандис Каримов Н.М. як ихтирооти нав оиди лавҳадевори бисёрқабатаи энергиясамаранок (ЛБЭ) барои биноҳои истиқоматию чамъиятӣ тарҳрезӣ шуда, аз ҷониби идораи патентии ҶТ дар феҳрасти давлатии ихтироҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳти № ТҶ 1302 аз 10 октябри соли 2022 ба қайд гирифта шудааст.

Ихтирооти мазкур ба соҳаи сохтмон дахл дошта, он дар биноҳои шаҳрвандии системаи сохтори синҷӣ, ҳамчун девори берунаи ғайриборбардор мавриби истифодабарӣ қарор дода мешавад.

Ихтироии пешниҳодшуда барои ҳалли масъалаи баланд бардоштани энергиясамаранокӣ ва гармимуҳофизии конструксияҳои ихтотавӣ, инчунин

ноил шудан ба ҳадафи кам кардани вазни деворҳо дар биноҳои системаи конструктивии синҷӣ равона шудааст.

Дар муқоиса бо деворҳои берунии ихтотавие, ки ҳоло дар биноҳои синҷӣ истифода мешаванд, лавҳадевори пешниҳодшуда дар равиши берунии бино масоҳати сатҳи фаршро ҳамагӣ аз 40 то 50 мм ишғол намуда, имкон медиҳад, ки масоҳати умумии бино дар маҷмӯъ зиёд карда шавад.

Натиҷаҳои техникӣ, ки дар натиҷаи истифодаи ихтироот ба даст оварда шудаанд, пеш аз ҳама, кутоҳ шудани муҳлати сохтмони биноҳои синҷии шахрвандӣ ва зиёд шудани муҳлати хизмати бино, инчунин энергиясамаранокии деворҳои беруниро таъмин карда метавонанд.

Ҳадафи асосии ихтироъ истифода бурдани ЛБЭ дар биноҳои шахрвандӣ, аз ҷумлаи таъйиноти иҷтимоидошта, бо сарфи камтарини маснуоти филизӣ, инчунин оҳану бетони нахдор (фибробетон) ва бетони керамзитӣ, ки дар шароити пурраи корхонавӣ истеҳсол карда мешавад, ба ҳисоб меравад.

Лавҳадевори бисёрқабатаи энергиясамаранок аз се қабати сохторӣ иборат аст. Дар қабати доҳилаи аз керамзит бо зичии  $1600 \text{ кг/м}^3$  ва коэффисиенти гармидиҳӣ  $0,67 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  иборат мебошад [1]. Қабати берунӣ аз бетони нахдор бо зичии  $1850 \text{ кг/м}^3$ , бо коэффисиенти гармидиҳии  $0,52 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  сохта шудааст [2]. Қабати миёна аз маводи гармимуҳофизӣ «ПЕНОПЛЕКС» бо зичии  $50 \text{ кг/м}^3$  ва коэффисиенти гармидиҳии  $0,034 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  иборат аст [3]. Қабати доҳила бо симтури пӯлодӣ мустаҳкам карда шуда, дар он унсуру қисмҳо барои пайваस्तшавӣ ба сутунҳо пешбинӣ шудаанд. Хусусиятҳои арматураи пӯлодӣ, ки ҳамчун синҷ истифода мешаванд, ба талаботи ГОСТ 10922-90 «Арматурные изделия и закладные детали, сваренные для железобетонных конструкций» [4] мувофиқат мекунанд.

Керамзитобетон, ки дар ЛБЭ истифода мешавад, сабук буда, дар зери фишори баланд зич карда мешавад. Қувваи фишурдани (фишор, майдакунии) бетон ҳангоми рехтан на камтар аз 15 МПа аст.

Лавҳадевори бисёрқабатаи энергиясамаранок дорои афзалиятҳои зерин мебошад:

1) имкониятҳои васеъ барои истифодабарии ҳалли гуногуни тарҳрезии дизайнерӣ дар намои бино;

2) аз байн бурдани зарурати кори иловагии пардоздиҳии берунаи лавҳаи намо;

3) қобилияти таъмини сифатҳои ба намай тобовар будани лавҳадевор;

4) имконияти васеи ҳалли рангуборкунии гуногуни намои бино;

5) ноил шудан ба ҳалли дизайнерии муносири бино дар умум.

Усулҳои тарҳрезӣ ва системаҳои идоракунии истеҳсолот сифати хуби лавҳадеворро таъмин карда истода, системаи назорати истеҳсолии корхона назорати мунтазами тамоми таҷҳизот, мавод, элементҳо ва худӣ раванди истеҳсолиро дар бар мегирад.

**Чадвали 1.** Хусусиятҳои физикии масолеҳи қабатҳои ЛБЭ барои ш. Душанбе

№	Номгӯи қабатҳо	Зичии масолаҳо $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффисиенти ҳисобии гармигузаронӣ $\lambda$ , Вт/(м·°C)	Ғафсии қабат $\delta$ , м	Қиммати ҳисобии муқовимат ба гармигузаронӣ $R^p$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	Қиммати меъёрии муқовимат ба гармигузаронӣ $R^p$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт [5]
1	Керамзитобетон	1600	0,67	0,08	1,78	1,6
2	ПЕНОПЛЭКС	50	0,034	0,05		
3	Фибробетон	1850	0,52	0,02		

Ҳисоби гармимухофизии ЛБЭ дар шароити қор дар фасли зимистон ва тобистон дар асоси талаботи меъёрҳо ва қоидаҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон анҷом дода шуда, сохтори конструктиви он ба талаботи МҚС ҚТ «Гармимухофизии биноҳо» [5, 6] мувофиқат мекунад.

Ғафсии қабати дохила, ки аз бетони керамзитӣ сохта шудааст, мувофиқи ҳисобҳо 80 миллиметрро ташкил дода, ғафсии қабати дуюм, ки аз лавҳаҳои гармимухофизаткунанда иборат аст, мувофиқи ҳисобҳо 50 мм аст. Ғафсии қабати сеюм, ки номии биноро ташкил медиҳад, аз оҳану бетони нахдори шаклҳои гуногундошта иборат аст, баробар ба 20 мм сохта мешавад [6].

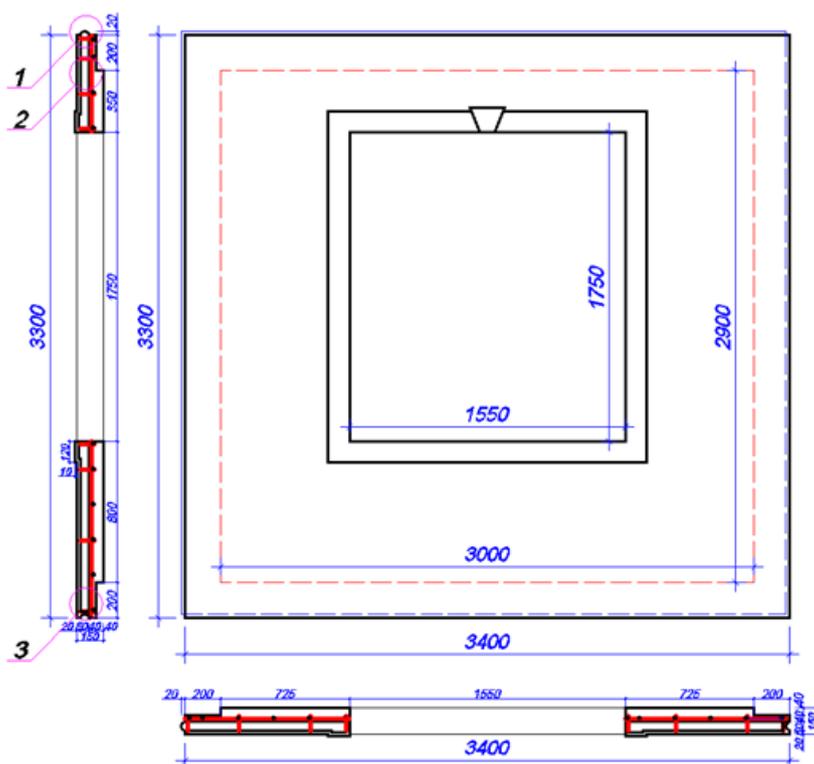
Ҳангоми тарҳрезии конструктиви ЛБЭ талаботи техникии гармӣ-, намӣ-, садомухофизӣ ва ба оташ тобоварӣ, инчунин талаботи иқтисодӣ, меъморӣ ва бадеӣ ба назар гирифта мешаванд. Ин лавҳадеворҳо дар биноҳо ҳамчун ихотадевори беруна бо нишондиҳандаҳои дар чадвали 1 овардашуда, истифода бурдан мумкин аст.

Андозаи умумии лавҳадевори пешниҳодшуда 3400x3300x150 мм буда (Расми 1.), вазни максималӣ бо назардошти суроҳии тирезаҳо (1750x1550 (мм)) 1,385 тонна бе тирезаҳо 1,85 тоннаро ташкил медиҳад. Андозаҳои лавҳадевор дар асоси ҳамроҳсозии модулии андозаҳо дар сохтмон ва андозаи тури сутунҳои синҷ муайян карда мешаванд (Расми 2.).

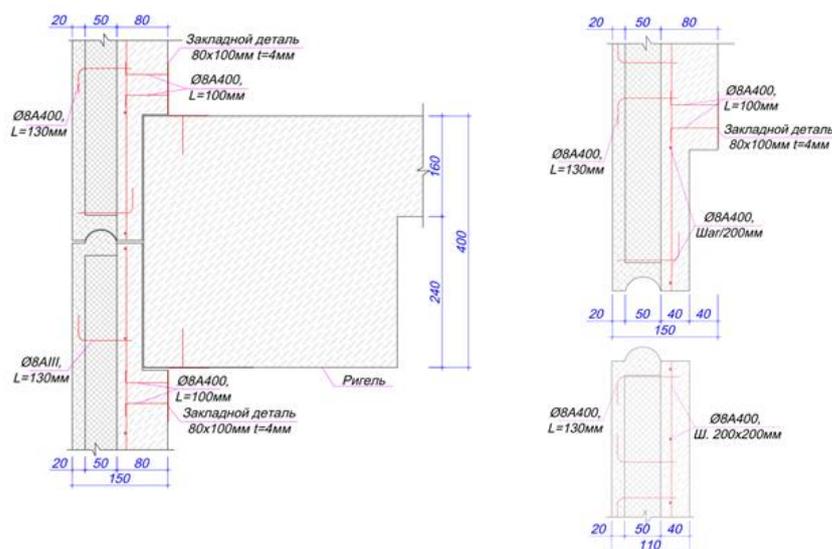


**Расми1 .** Намои умумии ЛБЭ

Пайвастшавии лавҳадеворҳо бо унсурҳои борбардори синчи бино ба воситаҳои чузъҳои дарунсохти пӯлодӣ ва кафшеркунӣ амалӣ карда мешавад (Расми 3.).



**Расми 2.** Намои берунаи лавҳадевор, буриши кундаланг ва қаддӣ



**Расми 3.** Бандҳои қисми мобайнӣ, поёни ва болоии лавҳадевор

Дар тарҳрезии конструктиви лавҳадеворҳои беруна пайвандҳо ҷои махсусро ишғол мекунанд, зеро онҳо бояд на танҳо қори муштараки лавҳаҳои ҳамсояро таъмин кунанд, балки инчунин муҳофизати бозътимоди биноро аз ихроҷ, шамолкашӣ ва яқунӣ ба вучуд оранд. Қори якҷояи лавҳаҳои ҳамшафат бо пайвастиҳои онҳо дар васлҷойҳо таъмин карда мешавад.

Барои нигоҳ доштани сифати пайвандҳо дар ЛБЭ пешниҳодшуда резини махсуси экструзиониро дар шакли пилта истифода мебаранд. Ҳангоми ба ҳам пайвасти кардани ду лавҳа вобаста ба андозаҳои васлҷой масолеҳи байни онҳо муайян карда мешавад. Маводи байни васлҷойҳо нарм буда, андозаҳои гуногун дорад ва барои ба осонӣ пайвасти кардани ду лавҳа қулай аст. Дар ин ҳолат, ин лавҳадеворҳо аз дохил дар қанори сутуну болорҳо ҳавоногузар (герметизатсия) карда мешаванд.

#### Феҳристи адабиёт

1. ГОСТ 25820-2014 «Бетоны легкие. ТУ».
2. СП 297.1325800.2017 «Конструкции фибробетонные с неметаллической фиброй».
3. ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные», Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
4. ГОСТ 10922-90 «Арматурные изделия и закладные детали, сваренные для железобетонных конструкций».
5. МҚС ҚТ 23-02-2019 «Гармимуҳофизии биноҳо». Душанбе. нашр: КВД «ИИТСваМ», «Маркази нашрия», 2019с.– 38 с.
6. Малый патент на изобретение №ТJ 1302, МПК: E04B 1/76. Многослойная стеновая панель / Каримов Н.М., Хасанов Н.Н., Шокиров Р.М., Кармов Б.М., Гулямов Б.А., Хасанов Ф.Н., Каландаров Д.Ф. // Государственное учреждение информационный центр; заявл. 26.06.2022; опубл. 10.10.2022.

## **МНОГОСЛОЙНАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СТЕНОВАЯ ПАНЕЛЬ ДЛЯ ЗДАНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ**

***Аннотация:** многослойная энергоэффективная несущая стеновая панель, состоящая из фибробетона, теплоизоляционного материала «Пеноплэкс» и керамзитобетона, отличается от других видов конструкций тем, что изготавливается с использованием горизонтальной опалубки с болтовым соединением краев, первоначально горизонтальная опалубка изготавливается с учётом габаритных размеров каркасов здания на производственных предприятиях с использованием гипсовых и химических веществ, отражающих форму фасада здания, на втором этапе в опалубку заливается слой фибробетона толщиной 20 мм под давлением 15 МПа и устанавливаются хомуты диаметром 8 мм из арматуры класса А-III (А400), после затвердевания фибробетона (через 2 часа) укладывается теплозащитный материал «Пеноплэкс», на следующем этапе, посредством высоко повторного вибрирования заливается раствор керамзитобетона толщиной 80 мм, с конструктивной сеткой шагом 200x200мм, диаметром  $d=8$  мм из арматуры класса А-III (А400).*

***Ключевые слова:** многослойная, энергоэффективная, несущая, стеновая панель*

## **MULTILAYER ENERGY EFFICIENT WALL PANEL FOR SOCIAL CENTER BUILDINGS**

***Annotation:** multi-layer energy-efficient non-load-bearing wall panel, consisting of fiber-reinforced concrete, thermal insulation material "Penoplex" and expanded clay concrete, differs from other types of structures in that it is manufactured using horizontal formwork with bolted edges; initially, horizontal formwork is manufactured taking into account the overall dimensions of the building frames at manufacturing plants with using gypsum and chemicals that reflect the shape of the building's facade, at the second stage, a layer of fiber-reinforced concrete 20 mm thick is poured into the formwork under a pressure of 15 MPa and clamps with a diameter of 8 mm are installed from class A-III (A400) reinforcement, after the fiber-reinforced concrete has hardened (after 2 hours) The heat-protective material "Penoplex" is laid, at the next stage, through high repeated vibration, a solution of expanded clay concrete 80 mm thick is poured, with a structural mesh pitch of 200x200 mm, diameter  $d = 8$  mm from reinforcement of class A-III (A400).*

***Keywords:** multi-layer, energy efficient, non-load-bearing, wall panel*

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ – ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАРОДА И РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

**Икромов И.И., Икромов Илхом И., Икромии М.И.**

*Таджикский аграрный университет имени Шириншо Шотемура*

***Аннотация:** в статье обобщено, что водные ресурсы являются наиболее важными ресурсами из всех вовлекаемых в процессе жизнедеятельности человечества природных ресурсов и, по массе в 30 раз превышает потребление всех материалов вместе с премешаемой при их добыче породой. Также, обосновано, что по степени обеспеченности чистой питьевой водой, наши большие города ни чем не уступают, некоторых больших городов развитых стран мира, но однако в нашей стране вода используется нерационально, с большими потерями – в больших городах более 60 %, а в средних городах и поселках 20 %, связанные со старением и изношенностью имеющийся инфраструктуры. В городах и поселках только 68 % имеющейся инфраструктуры*

находится в рабочем состоянии, 7 % работает частично и 25 % совершенно не работает. Приведены необходимость обеспечения водой некоторых отраслей экономики страны, в том числе хозяйственно-питьевое водоснабжение, сельское хозяйство, промышленность и др. в необходимом количестве и нужного качества и, обоснована, что благосостояния народа и развития производства также непосредственно зависит от степени обеспеченности водой.

Для предотвращения или хотя бы сокращения потери воды и обеспечения эффективного ее использования, рекомендуется, провести ремонт и восстановление всех имеющихся инфраструктур водоподдачи, транспортировки, распределения и использования воды с ориентацией на инновационные технологии.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, водообеспеченность, хозяйственно-питьевое водоснабжение, сельское хозяйство, промышленность, энергетика.

Все виды воды расположенные в поверхностных и подземных водных объектах, атмосфере, почве и в материальном производстве составляют водные ресурсы. Вода является самым важным из вовлекаемых в человеческое хозяйство природных ресурсов, по объему ежегодного использования она намного превосходит массу всех вместе взятых других добываемых ресурсов. В процессе потребления ресурсов человечество ежегодно перемещает порядка 300 млрд т грунта и пород, когда как из разнообразных водных источников в конце прошлого столетия каждый год отбиралось более 4000 км<sup>3</sup> (410<sup>12</sup> т) воды. В процессе жизнедеятельности человечество фактически использует воды значительно больше. С учетом рециклирования воды, реальное ее потребление человечеством в конце прошлого века оценивалась величиной 9000 км<sup>3</sup> в год что в 30 раз превышает потребление всех остальных веществ вместе с перемещаемой при их добыче пород [1,2].

Под водообеспеченностью следует понимать обеспеченность всех потребителей водой, в том числе хозяйственно-питьевое водоснабжение, промышленность, сельское хозяйство и другие отрасли экономики страны в необходимом объеме и в нужном качестве. Оно осуществляется посредством проведения комплекса технических, организационно-хозяйственных, проектно-изыскательских, строительного-монтажных и эксплуатационных мероприятий. Все отрасли экономики страны, для своего функционирования и развития, требуют определенный объем воды. Рассмотрим некоторые из них.

*Питьевое водоснабжение.* Подача воды для хозяйственно-питьевые нужды имеет свою специфику, заключающегося в тонкую очистку и обеззараживания воды до требуемого стандартными нормами качества. Так, авторами [3] установлено, что загрязнение питьевой воды химическими и биологическими ксенобиотиками способствует образованию и распространению ряда болезней, который имеют эпидемиологического характера, и отрицательно влияет на здоровье нации. Или, микробное и вирусное загрязнение создает риск кишечных инфекций. Таким образом, внедрение системы социально-гигиенического мониторинга и оценки риска позволяет подтвердить влияние питьевой воды с нарушенными

гигиеническими нормативами на заболевания различных органов человека. Поэтому следует отметить, что обеспечение населения чистой питьевой водой имеет важное санитарно-гигиеническое и социально-экономическое значение, так как оно предупреждает вспышки эпидемиологических заболеваний, распространяемые посредством воды, снижению уровня заболеваемости и следовательно, повышению работоспособности населения и развитию производства. Исходя из этого, как отмечается в Программе реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы питьевое водоснабжение и санитария являются важнейшим подсектором водного сектора и его развитие считается первостепенным приоритетом Правительства Республики Таджикистан. Объем воды используемый этим подсектором составляет порядка 400 млн. м<sup>3</sup>/год. Из этого объема 103-105 млн. м<sup>3</sup> используется непосредственно населением. Нужды питьевого водопотребления и санитарии составляют менее 5 % от общего объема водопотребления всей страны [4].

Важность вопросов водоснабжения населения, повышения их доступа к чистой питьевой воде и санитарным условиям отражены как в Программе реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы [4], так и в Национальной стратегии Республики Таджикистан на период до 2030 года [5, 6]. Однако, в настоящее время только 51,4 % населения Таджикистана, в том числе 86,9 % городского населения, 61,5 % поселков и 43,4 % сельского населения обеспечены питьевой водой и соответственно 79,8 %, 18,2 % и 0,2 % населения системами канализации и хорошими санитарными условиями [4], что не соответствует современным международным требованиям.

Очевидно, что чем выше уровень жизни и благосостояния населения, тем больше потребуется расход воды. Согласно, утвержденным Правительством Республики Таджикистан от 30 апреля 2011 года, № 234 «Положения об использовании системы водоснабжения и канализации в Республики Таджикистан» в зависимости от способа подачи воды потребителям в хозяйственно-питьевое водоснабжение и их использование, норма расхода воды для каждого потребителя в сутки колеблется в очень больших пределах – от 50 л/сут. при использовании воды из уличных колонок, обычно в сельских населенных пунктах до 480 л/сут. в высокоэтажных зданиях (свыше 12 этажей) с повышенным требованиям к их благоустройству в городских системах водоснабжения [7, 8]. Для сравнения можно привести следующие факты: потребление воды из водного объекта или из систем водоснабжения в Германии: 127 литров на человека в день (т.е. в сутки), в США – 296, Россия – 278, в Москве – до 400. [9]. Сравнительный анализ показывает, что в наших городах хозяйственно-питьевое водоснабжение находятся на уровне развитых городов мира, даже по водообеспеченности лучше них. Однако, как показывает практика фактически подаваемый расход воды в сети водопровода составляет гораздо больше, связанное с потерями в сети и неэффективное использование потребителями. Потери воды составляет в больших городах республики

более 60 %, а в средних городах и поселках 20 %, связанные со старением и изношенностью имеющийся инфраструктуры. В городах и поселках только 68 % имеющейся инфраструктуры находится в рабочем состоянии, 7 % работает частично и 25 % совершенно не работает. В сельской местности только 40 % имеющейся инфраструктуры в рабочем состоянии, 44 % функционируют частично и 16 % совершенно не работает [10, 11].

Для предотвращения потери водных ресурсов, рационального их использования, способствующие повышению водообеспеченности и доступа населения к чистой питьевой воды требуется реконструкция и модернизация устаревших и изношенных сооружений систем водоснабжения и санитарии и, их строительство на местах не имеющих таких систем. В дополнение к этому следует отметить, что для уменьшения потери воды требуется повысить культуру водопользования населения.

Для реконструкции и модернизации устаревших и изношенных сооружений систем водоснабжения и санитарии необходимо значительные материально-финансовые вложения. Учитывая это Правительством Республики Таджикистан реализованы и реализуется ряд проектов как из государственного бюджета, так и совместно с партнерами по развитию, которые частично (на примере реализации проектов по реконструкции сооружений систем водоснабжения и водоотведения города Душанбе) приведены в работе [11].

В Послании Лидера нации Маджлиси оли Республики Таджикистан от 23 декабря 2022 года было отмечено, что в рамках “Программы реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы” об обеспечении население страны чистой качественной питьевой водой, совместно с партнерами по развитию реализуется государственное финансирование 52 проекта на сумму 7,8 млрд. сомони [12].

Следует отметить, что ввиду реализации таких проектов за последние 10-15 лет состояние доступа населения страны к чистой питьевой воды и санитарным условиям значительно улучшилось. В десятки отдаленных от центра сельских населенных пунктов и поселков, построены новые водопроводные линии и другие сооружения системы водоснабжения и, реконструированы старые – изношенные сооружения в районных центрах и городов, следствием которого значительно улучшилось водообеспеченность потребителей.

*Сельское хозяйство.* Основным водопотребителем в нашей стране, в настоящее время является сельское хозяйство и, на наш взгляд останется еще на долгое время. Объем потребляемой воды здесь, необходимого для орошения сельскохозяйственных культур, составляет около 85 % от общего объема воды потребляемого во всех отраслях экономики страны. С учетом водоснабжения сельских населенных мест и сельскохозяйственных предприятий (примерно 9 %) этот показатель оставляет более 90%.

Следует отметить, в нашей республике более 90% объема производства продуктов растениеводства возделываются на орошаемых землях, которые

составляют 85% площади пашни [13]. На орошаемых землях возделываются практически все сельскохозяйственные культуры: зерновые, технические, овощные, сады и виноградники, цитрусовые и др. Урожайность этих и других культур на поливных землях в 2-3 и более раза больше чем на неорошаемых. Поэтому достаточная водообеспеченность отрасли сельского хозяйства с одной стороны повышает урожайность сельхозкультур и валовый сбор продукции сельскохозяйственного производства, а с другой стороны способствует повышению занятости населения, снижает уровень трудовой миграции и положительно влияет на уровень и качества их жизни, т.е. она также способствует решению социально-экономических и в некоторой степени политических проблем страны, особенно в сельских местностях.

*Животноводство*, наравне с растениеводческим сектор, является важным сектором сельскохозяйственной отрасли. К сожалению, в настоящее время обеспеченность населения республики продуктами животноводства, в частности мясо-молочными, находятся на недостаточном уровне, что требует развитие этого сектора сельского хозяйства. Одним из основных возможных путей развития животноводства является создание достаточной кормовой базы хорошие условия в сезонных пастбищах, особенно культурных. Для повышения эффективности культурных пастбищ их обводнения, т.е. обеспечение достаточным объемом воды для их орошения, сыграет важную роль. Немаловажную роль сыграет также и состояние хозяйственно-питьевого водоснабжения сезонных пастбищ и сооружений этих систем. Такие сезонные пастбища имеются в районах Шаартус, Кабадиян, Вахш, Пяндж, Пархар, Дангара, Ашт, Б.Гафуров, Канибадам, Матча и др. Следует отметить, что системы питьевого водоснабжения сезонных пастбища построены в 50-70-ые годы прошлого столетия, которые практически все их сооружений и коммуникации изношены и непригодны к дальнейшей эксплуатации, требуется капитальный ремонт и реконструкция системы [14].

*Промышленность*. Четвертое важное стратегическое направление развития Республики Таджикистан является индустриализация страны, т.е. переход от аграрно-индустриальной страны к индустриально-аграрной, достигнуть которого намечена до 2030 года.

Индустриальные предприятия, как тяжелая так и легкая промышленность для производства продукции требуют определенный объем воды. Расходы воды на производственные (технологические) нужды промышленных предприятий принимают на основании технологических расчетов. В этих предприятиях вода нужна для охлаждения оборудования, парообразование и другие производственные нужды. Иногда крупные индустриальные центры расходуют больше воды чем даже крупные города и, бывает так, что себестоимость произведенной продукции сильно зависит от израсходованного объема воды для его производства. Это наглядно можно представить из следующих примеров: для производства 1 т цемента цементный завод расходует от 2 до 13,5 м<sup>3</sup> воды, для технологического процесса переработки 1 т стали и чугуна металлургическому комбинату или

заводу потребуется в пределах от 220 до 245 м<sup>3</sup> воды, для выпуска 1 т цинка цинковому заводу необходимо 374-490 м<sup>3</sup> воды, для выпуска 1 т продукта в сульфитно-целлюлозный завод потребуется 320-385 м<sup>3</sup> воды и т.д. [15].

В настоящее время годовое водопотребление сектора промышленности в Таджикистане равняется 240-300 млн. м<sup>3</sup>, а ее доля в структуре общего водопользования составляет всего 2-3 %, когда как доля промышленности в водопотреблении мира составляет около 25 %. Этот показатель, например для таких развитых странах мира как Англия, Германия и Франция находится в пределах 71–87 % от суммарного водопотребления [15]. То есть, развитие промышленности требует выделение соответствующего объема воды и, подача воды соответствующей мощности предприятия для производства максимального объема продукции способствует ее развитию. Следует отметить, что в некоторых промышленных предприятиях предъявляют строгие требования к качеству воды, например пищевая промышленность требует воду питьевого качества; вода, падаваемая в текстильной промышленности, во избежание брака выпускаемого продукта, в своем составе не должна содержать железа или, вода, идущая на питание паровых котлов должна содержать минимальное количество солей и т.д. Из сказанного следует, что достаточная водообеспеченность промышленные предприятия, с требуемым качеством, безусловно положительно влияет на их развития и развития отрасли в целом и, этим самым способствует достижению одной из важной стратегической задачи – индустриализации страны.

*Энергетика.* Основу энергетики нашей страны составляет гидроэнергетика. Таджикистан по потенциальным запасам гидроресурсов (527 млрд. Квт. час) входит в первую десятку стран мира и, занимает восьмое место, из которого порядка 40-50 % считается технически возможным. Ежегодно для выработки порядка 17 млрд. Квт. часов электроэнергии используется нашими ГЭС 30-35 куб. км воды. В настоящее время освоено всего 5-6% технически возможные для использования гидроэнергетические ресурсы страны. С введением в действие Рогунской ГЭС в полную мощность, состояние энергообеспеченности не только нашей республики но и стран региона чистой зеленой и дешевой энергией будет значительно улучшиться, а наша страна устойчиво наступить на путь индустриализации производства, что значительно повысит экономики республики.

Вода нужна и для *благоустройства территории* государственных и негосударственных предприятий, населенных пунктов, поселок и городов. Она нужна здесь для соблюдение санитарно-эпидемиологические условия, поливки и промывки улиц, скверов и площадей, полива зеленых насаждений, парков и цветников. Благоустроенная территория создает во -первых, благоприятную атмосферу окружающей среде, что произведет хорошие впечатление о эстетически настроенном обществе, воспитывает народ, и особенно молодежь в духе современного мира и, во -вторых придает благоприятное настроение людям в семье и трудящимся на рабочем месте.

Все эти положительные эмоции безусловно положительно влияют на благосостояния народа, развитие общества, все виды производства и следовательно экономики страны.

Таким образом, обеспечение всех потребителей, в том числе коммунально-хозяйственный, индустриальный, сельскохозяйственный и другие отрасли экономики необходимым объемом воды соответствующего качества при достаточном запасе водных ресурсов не представляет ни каких проблем. Однако в условиях ограниченности водных ресурсов в регионе Центральной Азии решение таких задач требуют специального подхода и, прежде всего инновационного. Для этого необходимо внедрять во всех отраслях экономики не только нашей страны и других стран региона инновационные, водосберегающие технологии и технические средства для их практического осуществления. При этом учет и отчетности использованной воды считается обязательным, что требует внедрение повсюду (в точках забора, выдела и использования воды) водоучитывающих сооружений, устройств и приборов.

В дополнение к существующему дефициту водных ресурсов в регионе, фактор регионального и местного изменения климата на фоне глобального потепления усугубляет решение водообеспеченности названных и других отраслей экономики не только в нашей стране, но и в Центральноазиатском регионе в целом. Дело в том, что в последние десятилетия из-за влияния изменения климата, сопровождающего интенсивное таяние ледников, запасы чистой воды год от года уменьшаются, что отрицательно влияет на водообеспеченность всех сфер экономики страны, в том числе и в хозяйственно-питьевого водоснабжения. Следствие постепенного уменьшения запасов чистой воды и демографического роста населения республики, который составляет 2,5 % в год [5] объем природной воды приходящегося на душу населения год от года уменьшается. Если в 1991 году на душу населения республики приходилось  $11916 \text{ м}^3$  природных водных ресурсов, то в 2015 году этот показатель снизился на 35 % и составлял  $7711 \text{ м}^3$  [10]. Более того, согласно прогнозным расчетам к 2030 году население республики превысит 11 миллионов человек и, к 2050 году доходит до 17 миллионов [5]. Тогда объем воды, приходящий на душу населения страны, будет еще значительно сократиться, а их обеспеченность водными ресурсами с учетом еще более улучшенного условия жизни и повышения их благосостояния, что заложена в человеческой природе и все стремятся к этому, снизится почти в два и более раза. Все это заставляет водопотребителей думать о бережном отношении к водным ресурсам и применять инновационные водосберегающие технологии во всех сферах человеческой деятельности для полного обеспечения как нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения, так и для развития производства и следовательно экономики страны.

**Заключение:**

Обобщая вышеизложенное можно заключить, что водные ресурсы являются наиболее важными ресурсами из всех вовлекаемые в процессе жизнедеятельности человечества природных ресурсов и, по массе в 30 раз превышает потребление всех материалов вместе с премешаемой при их добыче породой. Развитие всех отраслей экономики страны, в том числе сельское хозяйство, промышленность, энергетика и др. зависят также и от их обеспеченности водой и, например, в промышленном предприятии для обеспечения его развитие выделяемый объем воды должен соответствовать объему выпускаемой продукции при максимальной производительности предприятия, а выделение требуемого – нормативного объема воды в хозяйственно-питьевое водоснабжение, может обеспечить хорошие условия жизни населения.

Для устранения потери воды и повышения эффективности ее использования необходимо устранить имеющиеся недостатки в сооружениях и системах подачи, транспортировки, распределения и использования воды, т.е. провести ремонтно-восстановительные работы практически во всех имеющихся коммуникациях с ориентацией на инновационные технологии.

#### Список литературы

1. Данилов Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М.: ООО “Типография ЛЕВКО”, Институт устойчивого развития/Центр экономической политики России. 2009. -88 с.
2. Helmer R. Water Demand and Supply // Nucl. Desalinat Sea Water. Proc. Int. Sump., Taejon, 26-30, may, 1997. Vienna, 1997. P. 15-24.
3. Краснова Т.А., Юстратов В.П., Позняковский В.М. Экспертиза питьевой воды. Качество и безопасность М.; ДеЛи принт, 2011, -280с.
4. Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы. Утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2015 года, №791.
5. Национальная стратегия Республики Таджикистан на период до 2030 года. -Душанбе, -2016. -88с.
6. Сарфаи об. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://www.mewr.tj/?page\\_id=442&lang=tj](https://www.mewr.tj/?page_id=442&lang=tj)
7. Положения об использовании системы водоснабжения и канализации в Республики Таджикистан, утвержденного Правительством Республики Таджикистан от 30 апреля 2011 года, № 234.
8. Икромов И.И., Икромов И.И. Обтаъминкуни. Китоби дарсӣ. Вазорати маориф ва илми Ҷумҳурии Тоҷикистон ба сифати китоби дарсӣ барои донишҷӯёни муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ тавсия кардааст. Душанбе. “Ирам 2017”. 2020. -240 с.
9. Водные ресурсы и водообеспеченность. Интернет ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3994188/page:21/>
10. Закон Республики Таджикистан «О питьевом водоснабжении и водоотведении», принятый постановлением Маджлиси намояндагон (МН)

Маджлиси оли Республики Таджикистан МОРТ от 7 июня 2019 года, №1375, одобренный постановлением Маджлиси милли (ММ) МОРТ от 11 июня 2019 года, № 694.

11. Икромов И.И., и др. Реализация государственных программ в области водоснабжения и водоотведения – основа благосостояния граждан Таджикистана / Икромов И.И., Рахмонзода Ф.А., Икромов Илхом.И., Икромов М.И., Джураева М.А./Водные ресурсы энергетика и экология. ИВПГиЭ НАНТ. Специальный выпуск посвященный Конференции ООН по среднесрочному обзору целей Международного десятилетия действий “Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы”, которая проведена с 22 по 24 марта 2023 г. В г. Нью-Йорке под председательством Республики Таджикистан и Королевства Нидерландов. Душанбе 2023. Том 3 (№1). -С.31-38.

12. Ироаи Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон. [Захираи электронӣ]. Речаи дастрасӣ: <https://www.kumitaizabon.tj/tg/content/iroai-payomi-prezidenti-chumkhurii-tochikiston-ba-machlisi-olii-chumkhurii-tochikiston>

13. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон “Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ” 23 декабри соли 2022. Душанбе “Шарқи озод”, 2022. -48 с.

14. Шарипов Г.В. Об, ҳаёт, сиёсат. Душанбе, “Недра”, 2013, -140с.

15. <https://www.google.com/search>

### **ЗАХИРАҲОИ ОБӢ ВА ТАЪМИН БУДАН БО ОБ – ОМИЛҲОИ АСОСИИ ТАЪМИНКУНАНДАИ НЕҚӢАҲВОЛИИ МАРДУМ ВА ТАРАҚҚИЁТИ ИСТЕҲСОЛОТ**

***Аннотатсия:** дар мақола асоснок карда шудааст, ки захираҳои обӣ, дар муқоиса бо дигар захираҳои табиӣ, захираи аз ҳама муҳимтарине мебошад, ки дар ҷараёни фаъолияти инсоният истифода бурда мешавад ва аз рӯйи масса нисбат ба тамоми дигар маводҳо яққоя бо ҷинсҳои, ки барои коркард аз як ҷой ба ҷойи дигар интиқол дода мешаванд 30 маротиба зиёдтар аст. Инчунин асоснок карда шудааст, ки аз рӯйи дараҷаи таъмин будан бо оби тозаи нӯшокӣ шаҳрҳои калони мо аз баъзе шаҳрҳои калони давлатҳои тараққикардаи дунё монданӣ надорад вале, дар мамлақати мо об нооқилона, бо талафи зиёд истифода бурда мешавад, ки он дар шаҳрҳои калон бештар аз 60 %, дар шаҳрҳои миёна ва мақтаъҳо (посёлкаҳо) 20 % -ро ташиқ медиҳад ва сабаби ин кӯҳна ва фарсуда шудани инфрасохтори мавҷуда мебошад. Дар шаҳрҳо ва мақтаъҳо ҳамагӣ 68 % инфрасохтори мавҷуда коршоям буда, 7 % қисман кор мекунад ва 25 % тамоман кор намекунад. Зарурияти бо об таъмин намудани баъзе соҳаҳои иқтисодиёти кишвар, аз ҷумла обтаъминкунии хоҷагии нӯшокӣ, кишоварзӣ, саноат ва ғ. ба миқдори зарурӣ ва бо сифати лозимӣ оварда шуда, асоснок карда шудааст, ки неқӯаҳволии мардум ва тараққиёти истеҳсолот инчунин бевосита аз таъмин будан ба об низ вобастагӣ дорад.*

*Барои бартараф ё ки аққалан кам кардани талафи об ва таъмин намудани истифодаи самараноки он тавсия дода мешавад, ки тамоми муносибатҳои мавҷудбудаи обдехӣ, обрасонӣ, тақсимот ва истифодабарии об бо дарназардошти технологияҳои инноватсионӣ таъмир ва таҷдид карда шавад.*

***Калидвожаҳо:** захираҳои обӣ, таъмин будан бо об, обтаъминкунии хоҷагии нӯшокӣ, кишоварзӣ, саноат, энергетика.*

## WATER RESOURCES AND WATER AVAILABILITY ARE THE MAIN FACTORS ENSURING THE WELFARE OF THE PEOPLE AND THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION

*Annotation:* the article proves that water resources are the most important resources of all natural resources involved in the life of mankind and, by weight, 30 times exceeds the consumption of all materials together with the rock mixed during their extraction. Also, it is proved that our large cities are not inferior to some large cities of developed countries in terms of the availability of clean drinking water, but however, water is used irrationally in our country, with large losses – in large cities more than 60%, and in medium-sized cities and towns 20%, associated with aging and the deterioration of the existing infrastructure. In cities and towns, only 68% of the existing infrastructure is in working condition, 7% is partially operational and 25% is completely out of service. The necessity of providing water to some sectors of the country's economy, including household and drinking water supply, agriculture, industry, etc. are also given. in the necessary quantity and the right quality, and it is proved that the welfare of the people and the development of production also directly depends on the degree of water availability.

In order to prevent or at least reduce water loss and ensure its effective use, it is recommended to repair and restore all existing water supply, transportation, distribution and use of water infrastructures with a focus on innovative technologies. distribution and use of water infrastructures with a focus on innovative technologies.

**Keywords:** water resources, water availability, drinking water supply, agriculture, industry, energy

## УСТУВОРИИ НАҚБИ ИРРИГАТСИОНИИ ДАНҒАРА ДАР ҲОЛАТИ ЗИЛЗИЛАНОКӢ ДАР ШАРОИТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Зувайдов М.М.<sup>1</sup>, Алимардонов А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

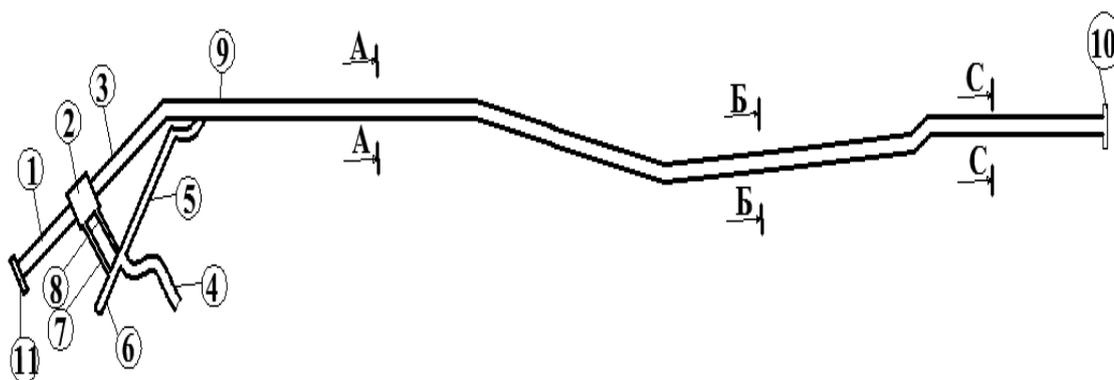
<sup>2</sup>Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

**Аннотатсия:** Дар мақола лапиши уфуқи ва паҳлугии об дар нақби гидротехникӣ дар ҳолати мувофиқ омадан бо таъсири зилзиланокӣ дида баромада шудааст. Дар натиҷаи таҳлили ин ҳолат вобастагӣ байни нақб ва хокҳо дар самти дарозӣ ва кундалангӣ, инчунин дар ҳолати гардиш муқарар карда шудааст. Муайян карда шудааст, ки таъсири уфуқи кундалангӣ дар нақби гидротехникӣ лапиши хеле зиёдро вобаста аз суръати ҳаракати об ва иқтидори он ба вучуд меорад. Онро бояд қайд кард, ки барои аниқ кардани натиҷаҳои ҳисоботҳои назариявӣ, зарур аст, ки тадқиқотҳои таҷрибавиро дар шароитҳои ҳақиқӣ дида бароянд.

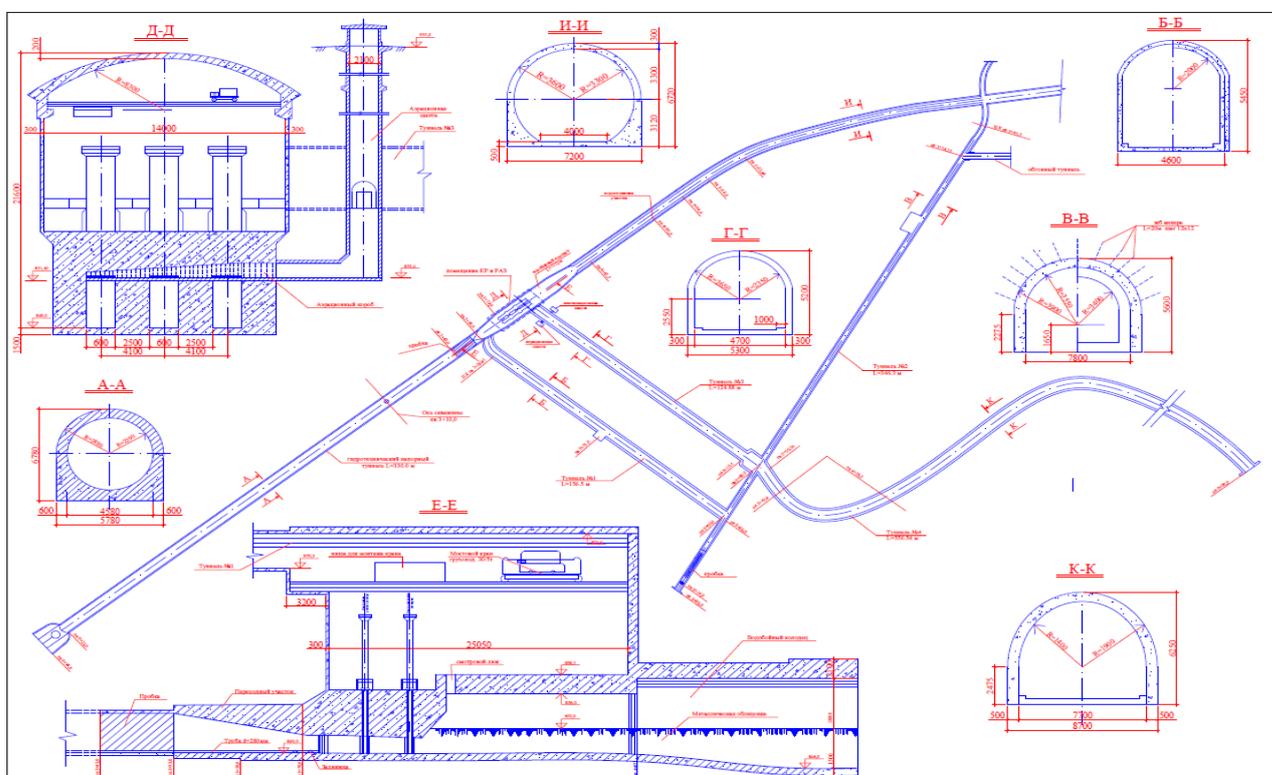
**Калидвожаҳо:** зилзиланокӣ, нақб, лапиши паҳлуи ва уфуқи, таъсиринокӣ, динамика, хок, инерсия, саҳти, ва модули мустаҳкамӣ.

**Сарсухан.** Нақби гидротехникии Данғара иншооти ирригатсионии муҳим ба ҳисоб меравад, инчунин қисми таркибии маҷмӯи лоиҳа барои обёрии заминҳои Данғара равона карда шудааст. Вазифаи нақби ирригатсионӣ дар он аст, ки аз обанбори Норақ равон кардани об ба заминҳои Данғара мебошад. Тавассути нақб об ба магистрالي асосии канал оварда мешавад. Мувофиқи график истеъмоли об бо ҳамаи сарфа дар ҳудуди 60-90 м<sup>3</sup>/сон. мебошад. Имконияти зиёдтарини баланд кардани сарфаи об

хангоми пурра ба кор даровардан, обёрӣ то  $100 \text{ м}^3/\text{сон}$ . расонида мешавад. Бояд кайд кард, ки обпартои нақби гидротехниии НБО Норак то ҳозир боваринок кор карда истодааст. Нақби гидротехниии Данғара бо дарозии қариб 14 километр ба адади 100 нақби дарозтарин дар ҷаҳон дохил мешавад. Дар вақти ҳозира нақб зиёда аз 10 ҳазор гектар заминҳои Данғараро обёрӣ мекунад ва 170 ҳазор исти-қоматқунандагони минтақаро бо об таъмин мекунад.



**Расми 1.** Буриши дарозии нақби ирригасионии Данғара



**Расми 2.** Буруши кӯндалангии нақбҳои обпарто, ёрирасони ва обгузарон

**Ҷадвали 1.** Тавсифи иншоотҳо

т//р	Номгӯй
------	--------

1	Нақби гидротехникии фишор
2	Камераи (хучраи) КК ва ТФД
3	Чоҳи мавҷгардони об
4	Нақби истифодабарандаи № 4
5	Нақби сохтмони №2
6	Нақби сохтмони №3
7	Нақби сохтмони № 1
8	Кони (шахтаи) аэрасияонӣ
9	Нақби бефишори гидравликӣ
10	Баромадан аз даромадгоҳи асосӣ
11	Гирифтани оби чуқур

### Масолахҳо ва усулҳои тадқиқот

Лаппиши паҳлӯӣ ва уфуқии обро дар нақби гидротехникӣ дар ҳолати мувофиқ омадан бо таъсири зилзинанокӣ дида мебароем.

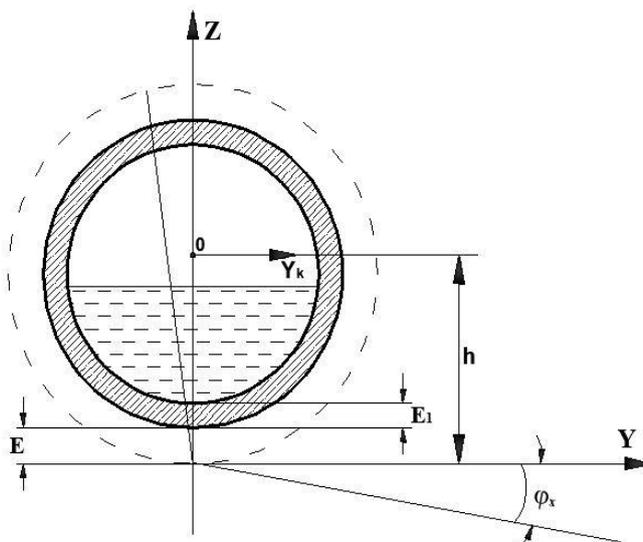
Нақб бо об дар якҷоягӣ системаи динамикиро ташкил медиҳад. Ҳаракати обро дар нақб мумкин аст, бо нақшаи ҳисобӣ тасаввур кард, ки барои тадқиқоти динамикии қисми резанда коркард карда мешавад, аммо тавсифи инерсиониро аз рӯи формулаи Н.Е. Жуковский муайян карда мумкин аст (1). Системаи ҳаракаткунанда, координати ОХУ-ро қабул мекунем. Тири ОZ-ро бо тири нақб перпендикуляр равона мекунем. Нисбати ин система, мавқеи нақб бо координати n муайян карда мешавад. Ин нақша имконият медиҳад, ки лаппишҳои хурдро омӯзем. Нақшаи лаппиши асоси (бадани) нақбро бо об дар ҳамвории ОУZ зери таъсири ҳаракати об дида мебароем. Дар расми 3 нақшаи ҳисобии лаппиши об дар нақб нишон дода шудааст.

Руйкаши оҳану бетони нақб ҳақиқатан устувор ҳисобида мешавад, аммо мустаҳкамӣ бо тавсифи мувофиқии хоки муҳит амалӣ мегардад. Ҳок метавонад гардиш хӯрад  $-\varphi_z$  нисбати тири амудӣ, ҷойивазкунии кӯндалангӣ  $-\gamma_m$  ва гардиш нисбати тири  $-\varphi_k$ .

Алоқаи байни нақб ва хок ба самти амудии устувории  $-E$ , дар самти кӯндалангии  $-E_1$ , аммо дар ҳолати гардиши мустаҳкамии устувории  $-E_3$  ба вуҷуд меояд.

Сатҳи озоди об мумкин аст, чунин намуд гирад:

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t) \varphi_n(x) \psi_n(y) \quad (1)$$



**Расми 3.** Нақшаи ҳисобии лапиши об дар нақб.

Дар ин ҷо:  $f_n(t)$  – функсияи номаълуми вақт, ки лапиши обро дар нақб тафсиф мекунад;

$\varphi_n(t)$ ,  $\psi_n(y)$  – системаи маълуми функсияи ортонормирикии пурра.

Аз Расми (1) маълум мешавад, ки дар нақб ду намуди лапиши обҳо вучуд доранд: қад-қади тири ОХ ва қад-қади тири ОУ, аммо дар ҳар кадоми он ду намуди мавҷҳо вучуд дорад: чуфт ва ноҷуфт, ки бо ифодаи  $n$ -и чуфт ва ноҷуфт мувофиқ меоянд.

#### Натичаҳо ва муҳокимаҳо

Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки намуди асосии лапишҳо, лапишҳои паҳлӯӣ мебошад. Қувваи динамикии амудӣ, дар асоси ҳок низ ин лапиш ба вучуд меояд, ки аз нисф зиёд ҳамаи боқимонда лапишҳоро ташкил медиҳад. Дар ҳолати басомади лапиши кӯндалангии мавҷҳои об дар ҳудуди тағйирёбии басомади лапишҳои маҷбурӣ ҷойгир мешавад ва лапиши об бо рӯйпӯши нақб мувофиқ меояд.

Ба сифати координат қабул мекунем:  $\theta_k, y_k, \varphi_z, \gamma_m, \varphi_x$

Энергияи кинематикии системаи дидашаванда баробар мешавад:

$$T = \frac{1}{2} I_0 \theta_k^2 + \frac{1}{2} m_k (\dot{y}_k + h_1 \dot{\theta}_k)^2 + \frac{1}{2} m_k \dot{\gamma}_m^2 + \frac{1}{2} I_z \dot{\varphi}_z^2 + \frac{1}{2} I_m \dot{\varphi}_x^2 \quad (2)$$

дар ин ҷо:  $m_k$  – вазни нақб бо об;

$h_1$  – маркази баландии вазн аз тири лапиши кӯндалангии нақб;

$I_m$  – вазни хоки гирди рӯйпӯшҳои нақб;

Чамъи моменти инерсия:

$$I_0 = I_o^k + I_o^b$$

$I_o^k$  – моменти инерсияи руйпӯшҳо бе об нисбати буриши кӯндалангии нақб;

$I_o^b$  – моменти инерсияи обҳо, 254 ибо моменти инерсияи эквивалентии бадан нисбати тири кӯндалангӣ иваз карда шудааст;

$I_z, I_x$  – моменти инерсияи ҳок нисбати тирҳои ОZ и ОX.

Энергияи потенциалии система:

$$\begin{aligned} \Pi = \frac{1}{2}E(-\theta_k b + b\varphi_x)^2 + \frac{1}{2}E(\theta_k b - b\varphi_x)^2 + \frac{1}{2}E_1(y_k - y_m)^2 - \frac{1}{2}m_k g l \theta_k^2 \\ + \frac{1}{2}E_2(S\varphi_x - S\theta_0)^2 \end{aligned} \quad (3)$$

E- модули амудии мустаҳкамии хок;

$E_1$  – модули уфукии мустаҳкамии хок;

$E_2$  – модули мустаҳкамии бадани (корпуси) нақб;

$2S$  – паҳнии нақб;  $2b$  – паҳнии ҳамвори об;

$\theta_0 = \frac{\eta_l - \eta_n}{2S}$  – кунчи качии руйпӯши нақб;

$$\eta_l = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \eta_i^l ; \quad \eta_n = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \eta_i^n$$

дар ин чо:  $\eta_i^l$  - ошӯби ҷараёни об аз ноҳамворигии қисми чапи қаъри нақб;

$\eta_i^n$  – ошӯби ҷараёни об аз ноҳамворигии қисми рости қаъри нақб;

Дар баробари ин  $n$  мумкин аст ба 2,3 ва 4 бо вобастагӣ аз сифати пайвандҳои қаъри нақб қабул карда шавад.

Қувваҳои умумишуда –  $Q$  ва моменти қувваҳои умумишуда, бо координатҳои умумишуда –  $\theta_k$  ва  $\gamma_k$  мувофиқ баробаранд;

$$\begin{aligned} Q\theta_k = F_{mp,b} b \text{sign}(-\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x) - F_{mp,b} b \text{sign}(\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x) \\ Q\gamma_k = -F_{mp,r} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) \end{aligned} \quad (4)$$

Қувваи гравитасионӣ – ин тартиби уфуқӣ аз қувватнокии муқаррарии об дар қаъри нақб мебошад:

$$F_{\text{грав}} = \frac{P_{\text{ст}}}{R_k - R_p} y \quad (5)$$

$P_{\text{ст}}$  – кори статикии об дар қаъри;

$R_k, R_p$  – радиусҳои қавқавҳои қаъри нақб дар буришҳои кӯндалангӣ ва дарозӣ (қад-қадӣ);

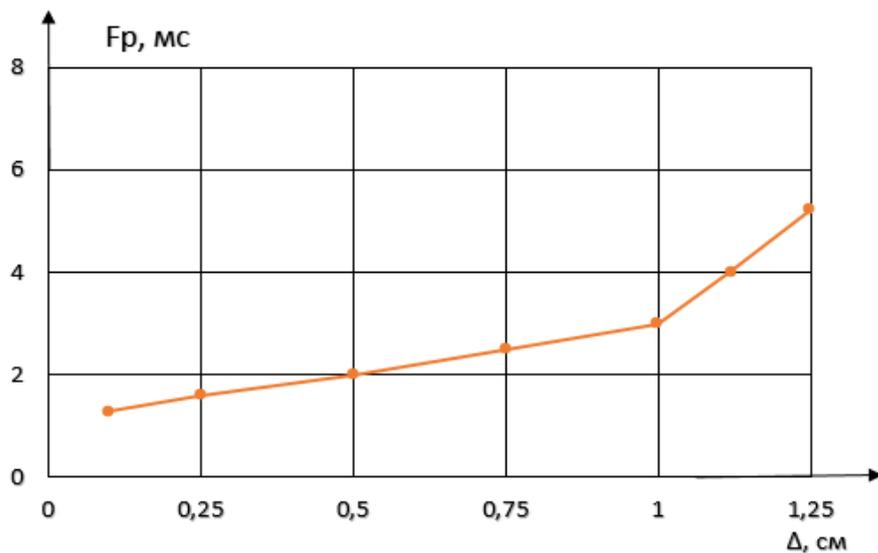
Қувваҳои умумишуда ва моменти қувва барои координатҳои  $\varphi_z, \varphi_x, y_m$  баробаранд:

$$\begin{cases} Qy_m = -2F_p y_m - 4F_y \xi_m - 2F_p y_m - 2F_{mp,r} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m); \\ Q\varphi_z = -4F_x \xi_x + M_y \varphi_z; \\ Q\varphi_x = -F_{mp,b} b \text{sign}(-\dot{\theta}_k b + b\dot{\varphi}_x) + F_{mp,b} b \text{sign}(\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x) \end{cases} \quad (6)$$

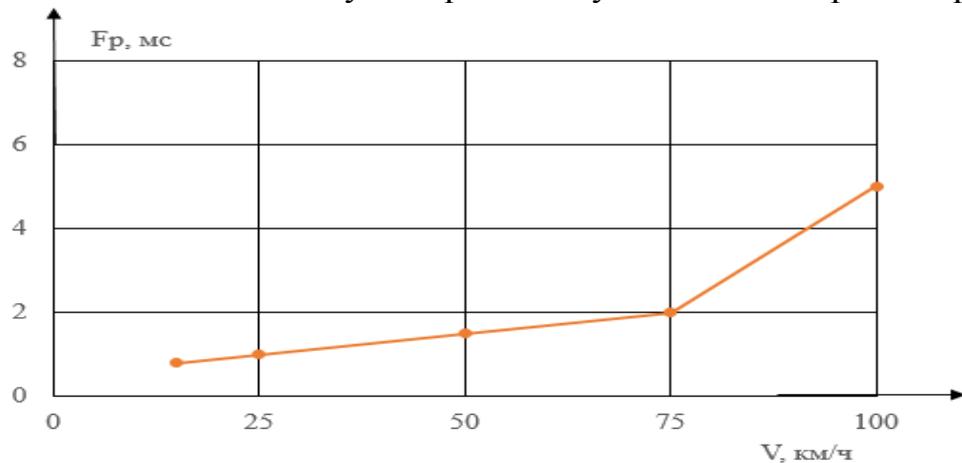
Баробарии тартиби дуҷуми Лагранжро истифода намуда, системаи баробарии дифференсиалиро ба даст меорем:

$$\left\{ \begin{array}{l} (I_0 + m_k h_1^0) \dot{\theta}_k + m_k h_1 \ddot{y}_k + (2Eb^2 - m_k g h_1) \theta_k - F_{mh \cdot b} \text{bsign}(-\dot{\theta}_k b + b \dot{\varphi}_x) + \\ F_{mp \cdot b} \text{bsign}(\dot{\theta}_k b - b \dot{\varphi}_x) - 2Eb^2 \varphi_x = 0; \\ m_k y_k + m_k h_1 \ddot{\theta}_k + E_1 y_1 + 2F_{mp} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) - E_1 y_1 = 0; \\ m_k \ddot{y}_k + m_k h_1 \ddot{\theta}_k + E_1 y_1 + 2F_{mp} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) - E_1 y_m = 0; \\ I_x \ddot{\varphi}_x + (2Eb^2 + 2E_2 S^2) \varphi_x - 2Eb^2 \theta_k + 2\beta_2 S^2 \dot{\varphi}_x + F_{mp \cdot b} \text{bsign}(\dot{\theta}_x b - b \dot{\varphi}_x) - 2E_2 S^2 \theta_0 - \\ - 2E_2 S^2 \dot{\theta}_0 = 0; \\ m_m \ddot{y}_m + 2E_1 y_1 - 2F_{mp} \text{bsign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) + \frac{2p}{R_k - R_p} + 2F_y \xi_y + F_p y_m = 0; \\ I_z \ddot{\varphi}_x + 2SF_x \xi_x + M_y \varphi_x = 0; \end{array} \right.$$

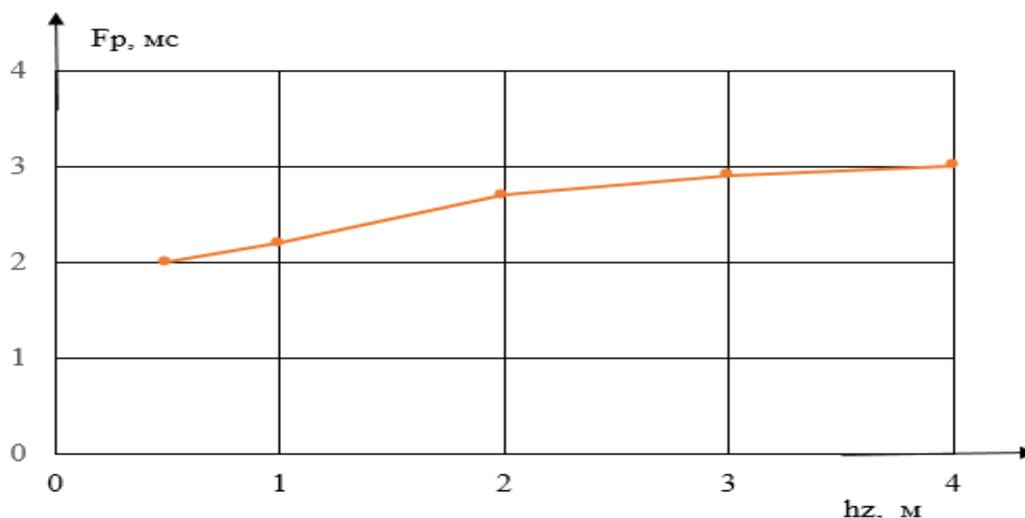
Баробари барои суръати гуногуни ҳаракати об аз 10 то 100 км/соат ҳал карда мешавад. Аз натиҷаҳои ҳисоб маълум аст, ки лаппиши ҳоси алвончи паҳлӯӣ аз ҳаракати об дар нақб ба 1,5-1,6 герц баробар буда, асоси нақб то 6 герц мебошад. Лаппиши на он қадар зиёди алвончи паҳлӯӣи об дар суръати 60-70 км/соат ба вучуд меояд. Дар (расми 4) вобастагии қувва  $F_p$  аз нобаробарии сатҳ, дар (расми 5) аз суръати ҳаракати об, дар расми 6 бошад аз вазни об нишон дода шудааст.



**Расми 4.** Вобастагии қувваи равона шуда аз ноҳамвории қабри нақб



**Расми 5.** Вобастагии қувва аз суръати ҳаракати об дар нақб



**Расми 6.** Вобастагии қувваи уфуқӣ аз вазни об, таносуи қабатҳо

Дар асоси Расми 4 – 6 чунин хулоса баровард, ки таъсири кӯндалангии уфуқии об дар нақби гидротехникӣ раванди зиёди лаппишҳоро ба вучуд меорад, ки аз суръати ҳаракати об ва аз ғафсии қабати об дар нақб вобастагӣ дорад.

#### **Хулоса:**

Барои аниқ кардани натиҷаҳои ҳисоби назариявӣ, бояд силсилаи таҷрибаҳои воқеӣ дар шароити ҳақиқии нақбҳои гидротехникии НБО Норак гузаронд. Инчунин аз рӯи натиҷаҳои таҷрибаи мушкили тамсилавӣ бо интихоби масолеҳ аз назарияи тамсилавии профессор, академик А.Г. Назаров, ки имконият медиҳад, назарияи ҳисоби қор кардашуда, дуруст муайян карда шавад.

#### **Феҳристи адабиёт**

1. Абдуҷаббаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог. // КАСИ, 1996, 226 с, Бишкек.
2. Жуковский Н.Е. О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородной каплевой жидкостью. // Собр. соч. Т.1., М.: Гостехиздат, 1948. - С 348-405
3. Хасанов Н.М., Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург.
4. Хасанов Н.М., Абдуҷаббаров А.Х. Расчет напряженно-деформированного состояния дорожного покрытия при сейсмических воздействиях. // Тюмень, ТИУ. -2016 С.267
5. Хасанов Н.М., Абдуҷаббаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург.
6. Абдуҷаббаров А.Х., Хасанов Н.М. Конструктивные решения бетонных покрытий дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов в

сейсмических условиях. //Наука и новые технологии НиНТ №9.-Бишкек: Изд-во НЖиДХЛ, 2001.- С.91-93

7.Хасанов Н.М., Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С. Повышение физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе поверхностно-активной и стабилизирующей добавки //Вестник ТТУ, №3(31).- Душанбе, 2015,.- С.184-187.

8.Сулейманова М.А., Саидов Ф.Ю. Количественная оценка НДС оснований сооружений при воздействии сейсмической нагрузки //Вестник ТТУ, №4(40).- Душанбе, 2015,.- С.135-141.

9. Хасанов Н.М. Экспериментальные исследования сейсмостойкости гидротехнических тоннелей, частично заполненных водой // Наука и инновация. ТНУ, 2020.-№4. –С.217-222.

### **УСТОЙЧИВОСТЬ ДАНГАРИНСКОГО ИРРИГАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

*В статье рассмотрены горизонтальные и боковые колебания воды в гидротехническом тоннеле при совпадении с сейсмическими воздействиями. В результате анализа такого состояния установлена связь между тоннелем и грунтами в продольном и поперечном направлениях, а также при повороте. Установлено, что горизонтальные поперечные воздействия воды в гидротехническом тоннеле создают значительные колебания, зависящие от скорости движения воды и её мощности. Следует отметить, что для уточнения результатов теоретических расчётов необходимо постановка экспериментальных исследований в реальных условиях.*

**Ключевые слова:** сейсмостойкость, тоннель, боковые и горизонтальные колебания, воздействия, динамика, грунт, инерции, жесткость, модуль упругости.

### **STABILITY OF THE DANGARA HYDROTECHNICAL TUNNEL UNDER SEISMIC IMPACT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

*The article considers horizontal and lateral movements of water in the hydraulic tunnel at the coincidence with seismic effects. The analysis of this condition a connection is established between the tunnel and the soil in the longitudinal and transverse directions, as well as when turning. It is established that the horizontal cross-effects of water in hydraulic tunnel create significant fluctuations, depending on the speed of the movement of water and its power. It should be noted that to refine the results of the theoretical calculations is necessary the production of the experimental research in real conditions.*

**Keywords:** seismic, tunnel, lateral and horizontal vibrations, impact, dynamics, ground, inertia, stiffness, modulus of elasticity.

### **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДХОДНОГО САСТ-5 РОГУНСКОЙ ГЭС**

**Холов Ф.А., Хасанов М.Н.**

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Национальной академии наук Таджикистана*

***Аннотация:** В статье приведены инженерно-геологические условия подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС. Анализ инженерно-геологических условий подходного тоннеля П-5 позволяет исследовать их влияние на напряженно-деформированное состояние объекта строительства, что позволит правильно выбрать трассу строительства и место расположения, объекта а также способ его возведения.*

***Ключевые слова:** инженерно-геологические условия, подходной тоннель, влияния, напряженно-деформированное состояние, трасса, способы.*

## **Введение**

Строительство Рогунской ГЭС является одним из уникальных и основных проектов в Таджикистане в последние годы. В республике Таджикистан строительство гидроэлектростанций является важным и основным направлением, способствующим экономическому и социальному развитию страны. На ряду с этим особую актуальность приобрели проблемы проектирования и строительства подземных сооружений, в частности водоотводных, водосбросных и гидротехнических тоннелей, которые в свою очередь являются основными частями гидроэлектростанции в высокогорных условиях. Рогунская ГЭС – одна из крупных гидроэлектростанций, входящая в состав Вахшского каскада и является его верхней ступенью.

## **Материалы и методы исследования**

Возведение гидроэлектростанций больших мощностей и создание крупнейших водохранилищ в условиях Таджикистана приводят к непрерывному увеличению высоты плотины, размеров сечения и величины напора тоннелей и подземных водоводов, вследствие чего, возрастают нагрузки, передающиеся на основание или стенки сооружения. Геологические же условия очень часто бывают весьма сложными и требуют проведения тщательных исследований, определения физических и механических свойств скальных пород и изучения поведения их под нагрузкой с учетом одновременного воздействия вод. При строительстве гидросооружений в горных условиях часто требуется разработка инженерных мероприятий по укреплению и консолидации скальных пород вокруг выработки.

Задача проектирования тоннеля заключается в проведении работы, выполненных анализов и/или рекомендации и заключения по инженерно-геологическим и горно-механическим исследованиям и проектированию выемки и крепи подходного тоннеля П-5 на правом берегу Рогунской ГЭС. После исследования параметров неповрежденной породы и основных несплошностей и оценки состояния горного массива будут использованы системы инженерной классификации горного массива для определения основных систем временной крепи горных пород, которые потребуются во время проходки подходного тоннеля П-5 в различных горных массивах. После этого представляются расчеты моделирования процесса земляных работ вместе с проектированием системы временной крепи с использованием численного моделирования, подходящего для ожидаемых механизмов разрушения, которые будут преобладать во время земляных работ.

Инженерно-геологический план и профиль подходного тоннеля П-5, а также свойства неповрежденной породы и массива пород, окружающего вспомогательный тоннель, были изучены с использованием всех имеющихся геологических и геотехнических данных. Главный вывод этих исследований заключался в том, что порода некачественная.

Для численного анализа горные массивы вокруг подходного тоннеля П-5 моделировалась как упругопластический материал, у которого в пластическом режиме прочностные параметры уменьшаются. Кроме того, в методе численного проектирования моделируются процессы выемки грунта и первичной породы, а также проверяются ожидаемые условия дополнительной крепи для достижения экономичных, безопасных и стабильных решений.

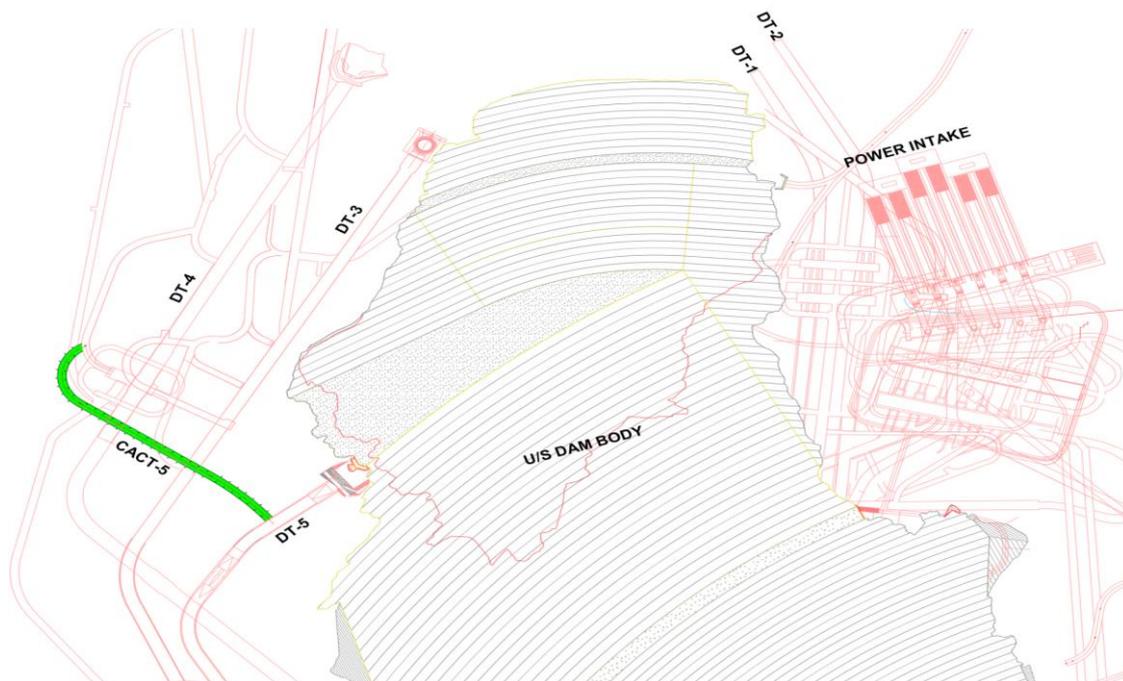
### **Результаты и обсуждения**

Выбор трассы подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС и места расположения того или иного подземного сооружения, определение его конструкций и способа возведения зависит от инженерно-геологических условий.

При проектировании подземных сооружений основной задачей инженерной геологии является установление наиболее вероятного прогноза неблагоприятных процессов и явлений, которые могут возникнуть в конкретных геологических условиях в связи с нарушением целостности массива пород выработкой, а также разработка соответствующих рекомендаций по предупреждению их проявлений.

Необходимо отметить, что при проектировании и строительстве подземных сооружений наиболее важными данными являются следующие инженерно-геологические показатели: геологическая структура и устойчивость горного массива; наличие зон разрывы, разломы, провалов, оползней и карстов, а также сбросов, складок. Также ожидаемое горное давление и вероятность возникновения значительных давлений; зоны и характер возможных обрушений и вывалов породы при ее разработке; физико-механические свойства пород и их прочность; сопротивляемость пород выветриванию и выщелачиванию; теплопроводность пород и ожидаемая температура в подземной выработке; углы естественного откоса пород; характер трещиноватости пород; характеристика водоносных горизонтов, направление и скорость движения подземных вод; объем ожидаемых притоков воды в подземные выработки; коэффициент фильтрации пород; химический состав пород и подземных вод и степень их агрессивности; подземные газы, их химический анализ; сейсмичность района и площадки строительства.

Подходной тоннель П-5 предназначен для подключения верхнего бьефа СТ-5 на ПК01+00, при этом отметка лотка П-5 составляет 1121,25 м на стыке с тоннелем ТМ5-А и 1150,77 м над уровнем моря, где она будет соединена с СТ-5.



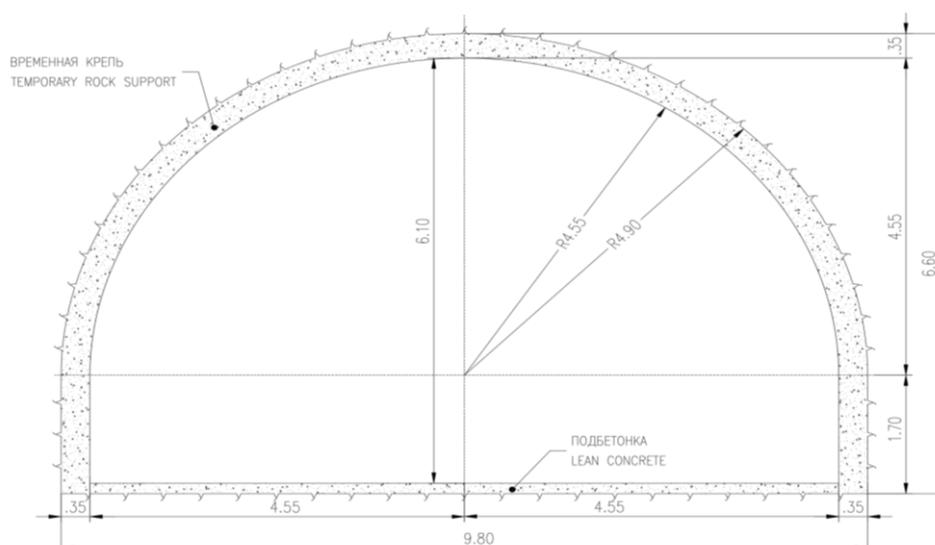
**Рисунок 1.** Общая схема подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС

**Таблица 1.** Основные геометрические данные тоннеля П-5 Рогунской ГЭС

Геометрические данные тоннеля САСТ-5	Значение
Длина	≈372м
Отметка лотка на Ch. 00 + 00м	≈1121,25м н.у.м.
Отметка лотка на Ch. 03 + 64,35м	≈1150,77м н.у.м.
Высота	6,60 м



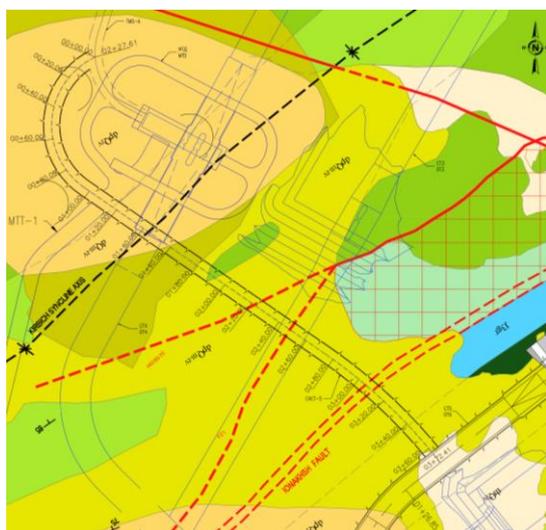
**Рисунок 2.** План подходного тоннеля -5



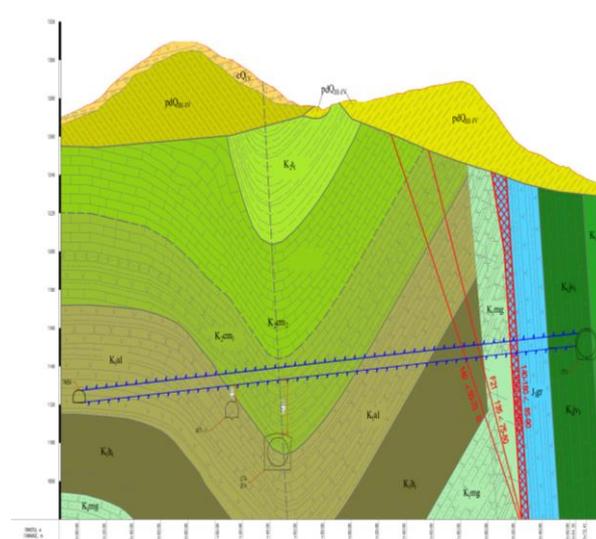
**Рисунок 3.** Поперечное сечение подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС

По геологическому плану и профилям исследуемые участки подходного тоннеля П-5 расположены в верхах позднесенноманской свиты (K1al – K2cm1), породах лятобанской свиты (K1It), мингбатманской свиты (K1mg), гурдакской свиты (J3gr) и яванской свиты (K1jv1).

Геологическая информация об этих образованиях основана на поверхностном картировании в районе П-5 и недавно пробуренных разведочных скважинах RE11, RE15 и RE16 на правом берегу [1,2]. Геологический план вспомогательного подходного тоннеля П-5 приведён на рисунке 4, а ее геологический продольный профиль представлен на рисунке 5.



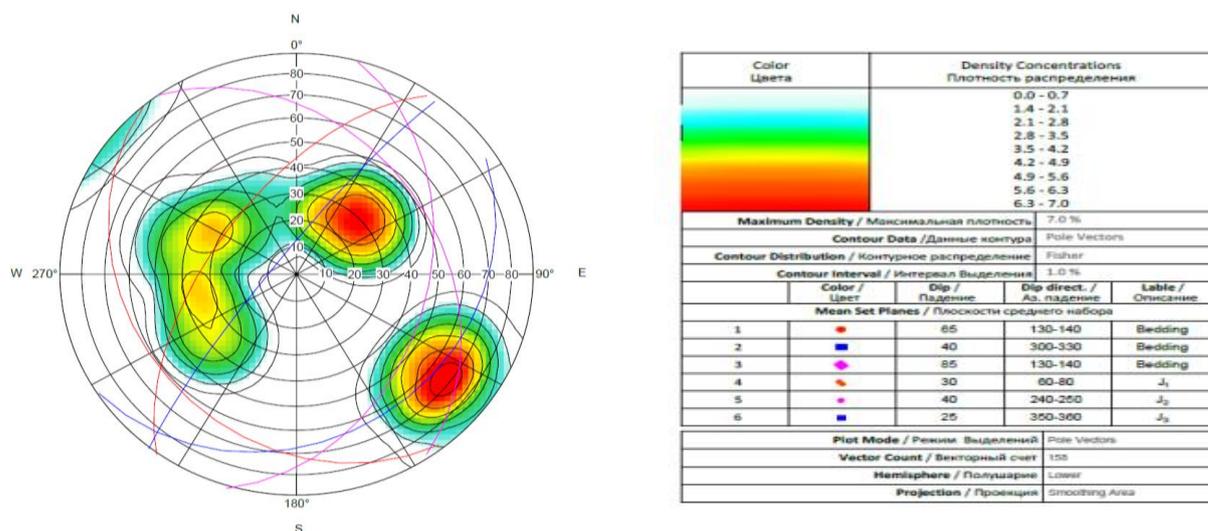
**Рисунок 4.** Геологический план П-5



**Рисунок 5.** Продольный профиль вдоль П-5

Следует отметить, что во время изыскания проводились в районе выходного портала подходного тоннеля П-5 также из геологического картирования тоннелей вокруг того же вспомогательного тоннеля. Во время этого исследования были зарегистрированы падение и направление падения несплошностей, а также расстояние (см), стабильность (м),

шероховатость и JRC (коэффициент шероховатости соединения), раскрытие (мм), заполнение, степень выветривания и состояние грунтовых вод. На рисунке 6. показаны контурная диаграмма и стереографическая проекция основных разрывов в горных массивах, окружающих тоннель П-5.



**Table characteristics of the main discontinuities/**  
Таблица характеристики основных разрывных нарушений

Type / Тип	Direc/ Dip / Аз. / Угол падения (deg / град)	Persistence/ Продолж.	Spacing/ Расстояние (m/m)	Roughness/ Шероховатость	Aperture Шпр. Раскрытие (мм)	Infilling Заполнитель
J1 (bedding/ напластование)	130-140 / 55-70	>20	0.2-0.6	Rought or Slightly rought	1-3	Soft<5mm
J2 (bedding/ напластование)	330-300 / 45-50	>20	0.2-0.6	Rought or Slightly rought	1-3	Soft<5mm
J3 (bedding/ напластование)	130-140 / 75-85	>20	0.6-2.0	Rought or Slightly rought	3-5	Soft<5mm
J4 (join set / снст. тр)	60-80/ 30°40°	2-10	0.06 – 0.3	Rought	0.3-0.5	Hard<5mm
J5 (join set /снст. тр)	240-250 /40°-50°	3-7	0.06 – 0.1	Rought	0.3-0.4	Hard<5mm
J6 (join set /снст. тр)	350-360 /20°-25°	3-10	0.06 – 0.2	Rought	0.3-0.4	Hard<5mm

**Рисунок 6.** Контурный график и стереографическая проекция основных неоднородностей в горных массивах вокруг П-5

На рисунке 4 и рисунке 5, на плане и продольном геологическом профиле тоннеля П-5 показаны разломы. Эти представленные типы разломов не пересекаются при проходке тоннеля. Направление падения и падение трех из этих разломов (первой и второй ветвей F21 и Ионахшского) представлены в таблице 2. Падения и направления падения разломов в горных массивах вокруг подходного тоннеля П-5.

**Таблица 1.**

Разром	Направление падения /Падение [°]
F21 первая ветвь	135/75-80
F21 вторая ветвь	140/50-70
Ионахшского	140-180/85-90

В гидрогеологическом плане участок, по данным скважины RE16 на глубине 27-30 м, расположен в зоне синклиальной складчатости, что соответствует изменению типа пород, а также проходка тоннеля

транспортного тоннеля Т-39 может свидетельствовать об обводненности сеноман-альбских отложений. Учитывая сильную трещиноватость и распространение известковых и мергелистых пород, предполагается, что максимальная обводненность распространена на замочном участке складчатой области.

По данным скважин RE11 и RE15 в зоне близ Ионахшского разлома, УГВ не выявлено. Предположительно он находится на уровне реки. Проявление подземных вод, при проходке, прямо связано с климатическими условиями территории. Ожидается обильное водопоявление на период паводков и паводков, связанных с фильтрацией, в частности, с деятельностью поверхностных вод.

Физико механические параметры горных пород представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** Физико-механические свойства горных пород, распространяющихся по трассе тоннеля П-5

Геологическая формация	Слагающие грунты	%-е содерж. литологических разностей	Средний объёмный вес, $\rho$ (г/см <sup>3</sup> )	Прочность ненарушенных образцов, UCS (МПа)	Модуль деформации, E (ГПа)	Значение $m_i$
K <sub>2</sub> cm	Песчаник	15	2.6	65	7	7
	Аргиллит	35				
	Известняк	50				
K <sub>2</sub> al	Песчаник	20	2.6	55	4	6.3
	Аргиллит	65				
	Известняк	1				
	Гипс	34				
K <sub>1</sub> lt	Песчаник	28	2.5	51	5	6.9
	Алевролит	20				
	Аргиллит	25				
	Известняк	20				
	Гипс	7				
Разлом 21	Алевролиты и аргиллиты	-	2.4	50	3	6.3
K <sub>1</sub> mg	Песчаник	80	2.7	75	7	14
	Алевролит	17				
	Аргиллит	3				
K <sub>1</sub> jv <sub>1</sub>	Песчаник	7	2.7	42	3.5	7
	Алевролит	48				
	Аргиллит	45				

Геологическая формация	Слагающие грунты	%-е содерж. литологических разностей	Средний объёмный вес, $\rho$ (г/см <sup>3</sup> )	Прочность ненарушенных обр., UCS (МПа)	Модуль деформация, E (ГПа)	Значение $m_i$
Ионахшский разлом	Алевриты и аргиллиты	-	2.4	15	1	-
J <sub>3gr</sub>	Аргиллит и гипсы	100	2.2 - 2.4	20	2	6.3

### Из вышеизложенных сведений можно сделать следующие выводы:

-для консолидации скального массива, вокруг строящейся подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС необходимо предусмотреть большие работы по устройству цементированных завес и цементации породы за обделками сооружений, чтобы предотвратить фильтрацию воды, и избежать значительного их давления на обделку подземных сооружений;

-при качественном выполнении цементации с промывкой трещин значительно уменьшается деформируемость массива, повышается модуль деформации и до некоторой степени сопротивляемость сдвигу;

-проведён анализ инженерно-геологических и горно-механических исследований и проектирования выемки и крепи подходного тоннеля САСТ-5 на правом берегу Рогунской ГЭС;

-проанализированы геологические факторы, влияющих на устойчивость подземных сооружений. Одним из основных факторов, приводящих к разрушению горных пород, является её трещиноватость. В результате развития трещиноватости происходят такие процессы, как вывалы, переборы, выколы и т.п., что значительно усложняет строительство тоннелей;

### Список литературы

1. Саманиян (2020) - Геотехнические исследования правого берега - Фактический отчет по исследовательской скважине «PE-11» в оси затвора HLO1 - Отчет № STE-Rep-L3-FR-013, ред. 0.

2. Саманиян (2020) – Геотехнические исследования Правого берега – Фактический отчет по исследовательской скважине «PE-12» в Ионахшском разломе – Отчет № STE-Rep-L3-FR-015, ред. 0.

3. Исследование технико-экономической оценки проекта строительства Рогунской ГЭС, Фаза II: Варианты определений проекта, Том 2: Основные данные, Глава 3: Геотехника, RP 45 Rev. A, 2013.

4. Исследование технико-экономической оценки проекта строительства Рогунской ГЭС, Фаза II: Оценка существующих работ на Рогунской ГЭС (Анализ нагрузки деривационного тоннеля 1, включая неармированную облицовку), RP 46 Rev. A, 2013.

5.Хасанов Н.М., Сулейманова М.А. Выбор методов предварительного укрепления и снижения водопроницаемости грунтов и горных пород в зонах тектонических нарушений Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С. 202-205.

6. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Саидов С.А. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве. Вестник, ТНУ-Душанбе: Серия геологических и технических наук 2022. №3. –С. 85-93.

7.Хасанов Н.М., Ятимов У.А. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей. Вестник КГУСТА. 2018. № 2 (60). С. 94-98.

8.Хасанов Н.М. Медеуов А.Т. Холов Ф.А. Влияние геологических и гидрогеологических условий на выбор трассы тоннел. МНПК Университет Дружбы народов имени академика А. Куатбекова, РК. 13 май, 2022. –С.48-51.

#### **ҲОЛАТИ ШИДДАТНОКӢ-ДЕФОРМАТСИЯШАВИИ НАҚБИ ЁРИРАСОНӢ 5-и НБО-и РОҒУН**

*Аннотатсия:* Дар мақола шароитҳои муҳандисӣ-геологӣ нақби ёрирасонӣ НБО-и Роғун оварда шудааст. Таҳлили шароитҳои муҳандисӣ-геологӣ ин нақб бо мушоҳида намудани ҳолати шиддатнокӣ-деформатсияшавӣ имконият медиҳанд, ки ин ба дуруст интихоб намудани хати бунёди нақб, макони ҷойгиршавӣ ва тарзи бунёди он мусоидат менамояд

*Калидвожаҳо:* Шароити муҳандисӣ-геологӣ, нақби ёрирасонӣ, таъсири, ҳолати шиддатнокӣ-деформатсияшавӣ, хати бунёди нақб, усулҳо

#### **ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS AND THEIR INFLUENCE ON THE STRESS-STRAIN STATE OF THE APPROACH SAST-5 OF ROGUNSKAYA HYDROELECTRIC POWER PLANT**

*Annotation:* The article presents the engineering and geological conditions of the approach tunnel P-5 of Rogun HPP. The analysis of the engineering-geological conditions of the approach tunnel P-5 allows investigating their influence on the stress-strain state of the construction object, which will allow choosing the correct construction route of the location as well as the method of its erection.

*Keywords:* engineering-geological conditions, approach tunnel, influences, stress-strain state, route, methods.

#### **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДУШАНБЕ**

**Ахмадов П.М., Шарифзода Ш.К., Амирзода О.Х.**

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Национальной академии наук Таджикистана*

*Аннотация:* Данная статья посвящена исследованиям эффективности работы очистных сооружений на примере города Душанбе. На основе лабораторных данных проведена оценка эффективности работы механической и биологической очистки сточных вод. По некоторым традиционным загрязнителям, в том числе биогенных элементов и тяжёлых металлов выявлено, что выбрасываемые очищенные сточные воды

не по всем критериям отвечают требованиям, предъявляемым для дальнейшего использования.

В статье также приведены некоторые основные факторы, влияющие на эффективность работы очистных сооружений. Приводятся рекомендации по повышению эффективности работы очистных сооружений и обеспечению экологической безопасности водных экосистем.

**Ключевые слова:** система водоотведения, сточные воды, очистные сооружения, механическая и биологическая очистка, процесс самоочищения.

**Введение.** Вопросы очистки сточных вод, повторного использования и их сброса в водные объекты, являются немаловажным фактором в решении проблем, связанных с водой. Недостаточно очищенные сточные воды, попадая в водные объекты, способствуют обогащению состава воды тяжёлыми, биогенными и органическими элементами, тем самым вызывая эвтрофикацию водоёмов, нарушают естественный процесс самоочищения рек, а также приводят к загрязнению окружающей природной среды, что в итоге представляет опасность для здоровья человека и функционирования экосистем [1].

Кроме того, задача 6.3 Целей в области устойчивого развития направлена на сокращение вдвое доли неочищенных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, и включает два дополнительных показателя для отслеживания прогресса: долю безопасно очищаемых хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод (показатель 6.3.1) и долю водоёмов с хорошим качеством воды (показатель 6.3.2). Показатель 6.3.1 направлен на отслеживание процентной доли сточных вод из различных точечных источников (домохозяйства, сфера услуг, промышленность и сельское хозяйство), которые очищаются в соответствии с национальными или местными стандартами [2].

Необходимо отметить, что проблема очистки сточных вод, изучение вопроса состояния и эффективности работы очистных сооружений для условий города Душанбе является актуальной задачей.

Начало строительства и функционирования канализационно-очистных сооружений города Душанбе приходится на сороковые годы прошлого столетия. До строительства первой очереди очистных сооружений города в 1937 году были построены очистные сооружения механической очистки первой очереди, состоящие из решётки, песколовки, песковых площадок. Вторая очередь механической очистки была построена в 1948 году. Вторая очередь состояла из следующих сооружений: решетки, первичных отстойников, илоперегнивателей и иловой площадки. Третья очередь, состоящая из решёток, песколовок, первичных отстойников, илоперегнивателей и иловых площадок была построена в 1955 году. Тогда на эти сооружения поступали сточные воды в объёме 60 000 м<sup>3</sup>/сутки.

Ныне действующие очистные сооружения состоят из следующих сооружений: зданий решеток с механизированными решетками; песколовок (горизонтальные и с круговым движением воды); первичных радиальных

отстойников; аэротенков; вторичных радиальных отстойников; биологических прудов; метантенков; иловых площадок; песковых площадок; хлораторной; насосных станций перекачки осадка; насосных станций перекачки ила; воздуходувной станции; административно-бытового корпуса и вспомогательных зданий. На данный момент сооружения первой очереди и второй очереди работают частично, то есть, работают только сооружения механической и частично биологической очистки.

В городе Душанбе действует неполная раздельная система водоотведения. Производственные сточные воды после локальной очистки поступают в общую систему водоотведения, где далее проходят совместную очистку на очистные сооружения.

Для изучения и анализа эффективности работы очистных сооружений города Душанбе был проанализирован и оценён уровень снижения содержания некоторых загрязнителей в стоках, прошедших через очистные сооружения за период первого квартала 2018 года.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования заключается в проведении анализа эффективности работы очистных сооружений и оценке влияния выбрасываемых очищенных сточных вод на экологическую безопасность водных экосистем и окружающую среду.

В большинстве случаев характер и состав сточных вод разнообразен и нестабилен, а в условиях городов сточные воды загрязнены, в основном, взвешенными и органическими веществами, биогенными элементами, нефтепродуктами, а также и токсичными веществами.

Поэтому, для сохранения водной экосистемы и охраны окружающей среды проблема очистки сточных вод, а также поддержания гомеостаза водных объектов, является важной научно-исследовательской задачей.

**Объект исследования.** Объектами исследования являются канализационно-очистные сооружения города Душанбе и очищенные сточные воды, выбрасываемые в реку Кафирниган.

**Методы исследования и используемые данные.** В работе были использованы результаты физико-химического и бактериологического анализа сточных вод, полученные по стандартным методикам в центральной лаборатории производственного контроля ГУП «Душанбеводоканал» за первый квартал 2018 года.

Анализ лабораторных данных проводился для некоторых выбранных загрязнителей после механической и биологической очистки, при входе и на выходе биологических прудов, а также после сброса очищенных сточных вод в реку Кафирниган. В таблице 1 показаны средние значения некоторых загрязнителей до механической очистки и после сброса в реку Кафирниган.

**Таблица 1.** Средние значения показателей загрязняющих веществ в воде, прошедшей очистные сооружения за первый квартал 2018 года.

Наименование загрязнителей	Первая очередь		Вторая очередь			Биологические пруды			Река Кафирниган	
	До механической очистки	После механической очистки	До механической очистки	После механической очистки	После биологической очистки	Вход в биологических прудах	Выход из биологические пруды №1	Выход из биологические пруды №2	До сброса в реку	После сброса в реку
БПК <sub>5</sub> взб., мг/л	75,92	52,4	73,42	51,73	39,43	39,67	18,2	н/д	10,1	15,6
БПК <sub>5</sub> отст., мг/л	48,8	33,9	46,5	32,7	17,1	18,1	4,9	6,00	2,85	4,1
ХПК, мг/л	310,8	293,04	1305,36	195,36	177,6	168,42	142,08	н/д	79,92	97,68
Сульфаты, мг/л	1,42	1,02	1,19	1,02	0,62	0,45	0,17	н/д	0,17	0
СПАВ, мг/л	0,64	0,48	0,53	0,36	0,31	0,32	0,25	0,5	0,31	0,2
Сухой остаток, мг/л	278,03	251,20	272,87	244,75	197,48	180,08	131,08	н/д	135,4	125,4
Взвешенные вещества, мг/л	62,7	53,2	63,9	48,3	24,9	30,6	17,8	<b>25,0</b>	32,8	31,4

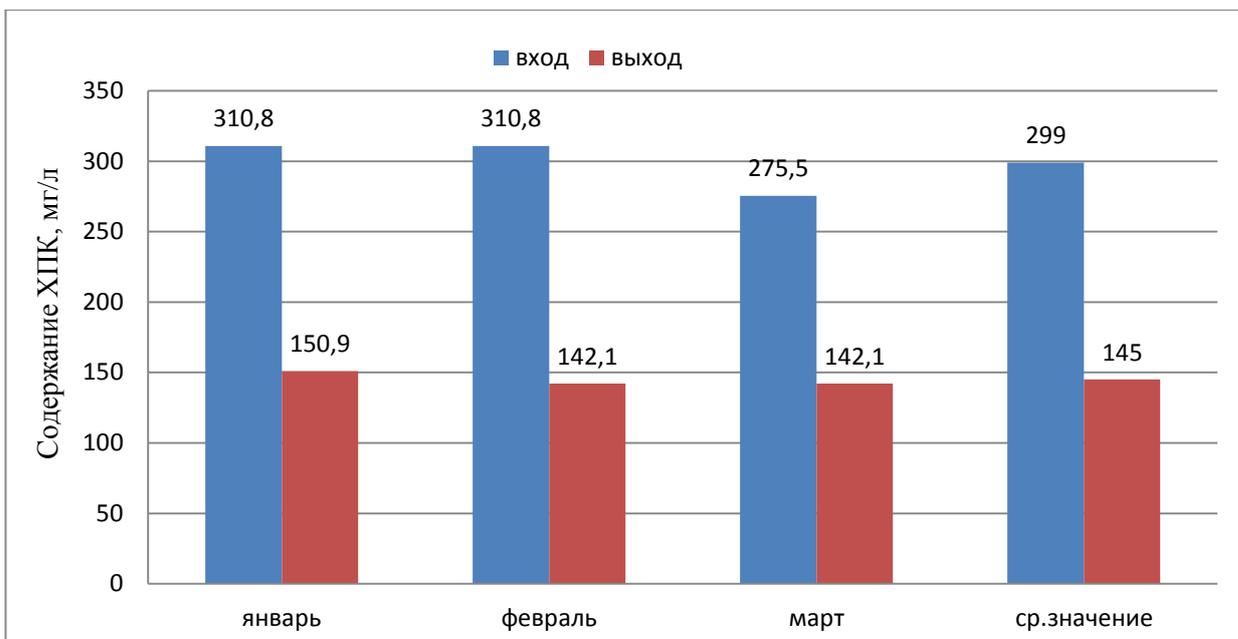
н/д – нет данных

Приведённые данные в таблице 1 показывают более существенные снижения концентрации выбранных загрязнителей после прохождения биологических прудов. А после сброса в реку, за счёт процесса самоочищения уровень концентрации уменьшается вдвое.

На основе данных таблицы 1 построена диаграмма, которая отражает значение показателя химического потребления кислорода (ХПК) в сточной воде до входа в механическую очистку, и после выхода из биологического пруда №1 за период первого квартала 2018 года (рис.1.).

Из рис. 1 видно, что, значения данного показателя при входе и выходе на очистные сооружения особо не различаются, что свидетельствует о неэффективном удалении загрязнителей органического происхождения. Значение ХПК после выхода в среднем составляет 142 мг/л, что подтверждает недостаточность биохимического окисления органических веществ.

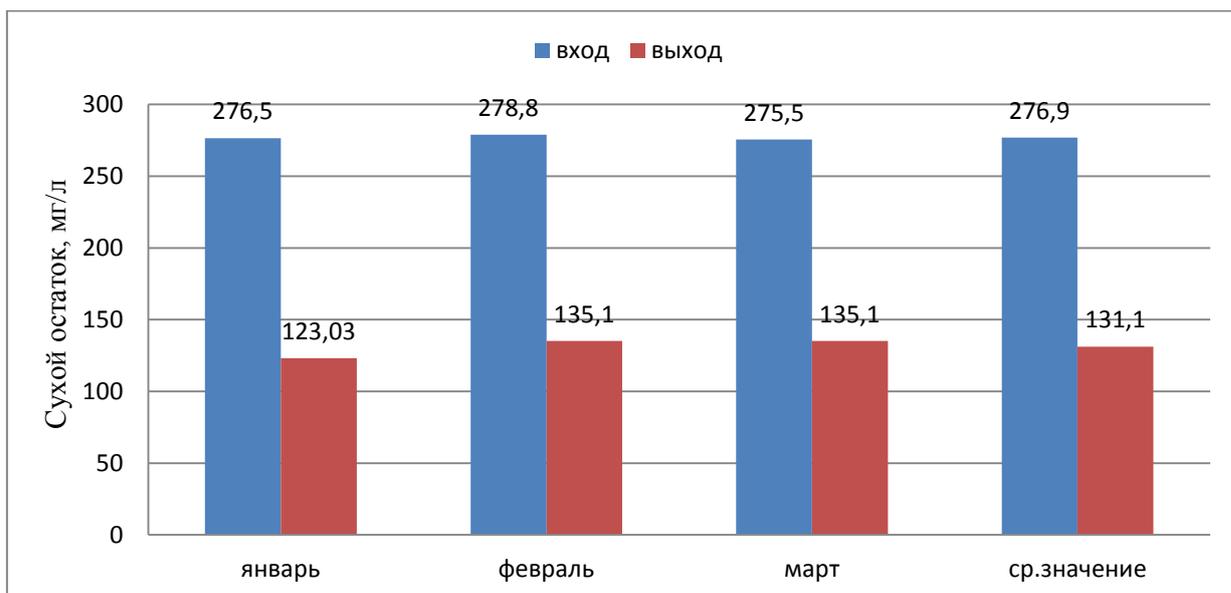
Приведённые данные рисунка вполне отражают равномерную степень очистки ХПК на очистных сооружениях.



**Рисунок 1.** Значение показателя ХПК до механической очистки и после выхода из биологического пруда №1

Из рисунка 2 видно, что содержание сухого остатка при входе на очистные сооружения практически не зависит от сезона года, и степень снижения данного показателя тоже находится на уровне 45-50%.

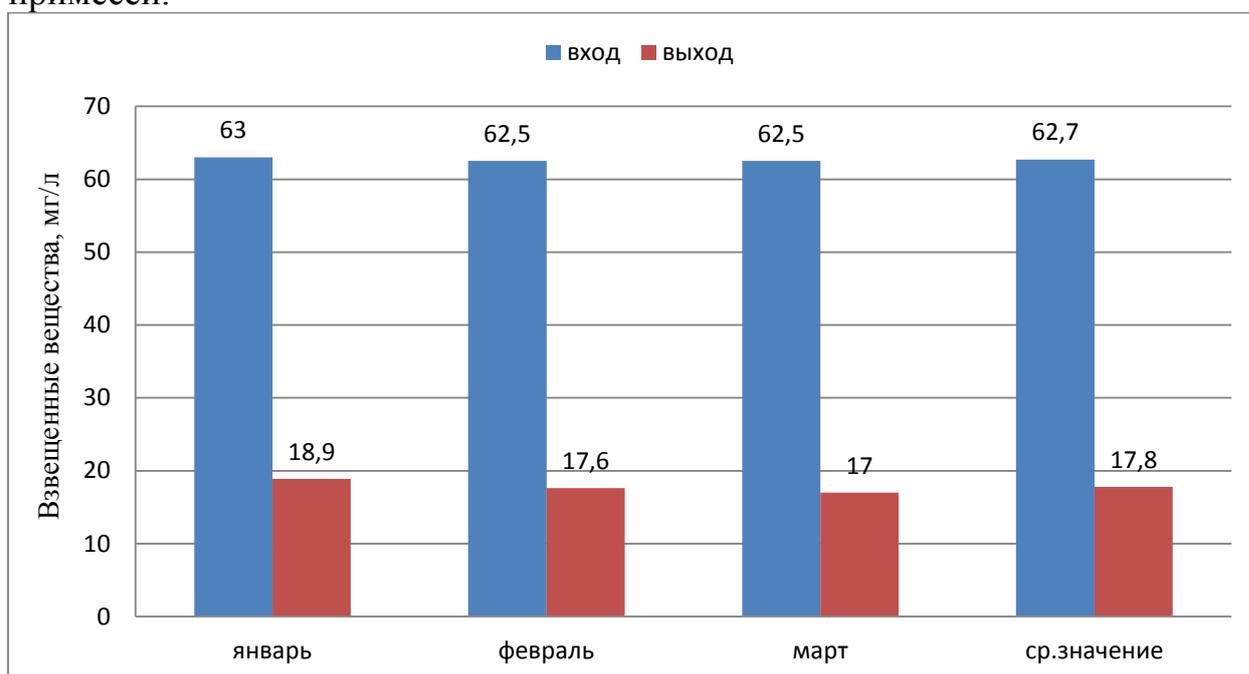
Известно, что эффективность очистки сухого остатка характеризуется количеством растворённого в воде вещества [3]. Учитывая то, что содержание ХПК в воде имеет схожую картину (рис.2.), процесс снижения содержания, растворенного в воде органических веществ, способствует сухому остатку образовывать вещества минерального происхождения. Данное положение показывает достаточное содержание растворимых минеральных в воде веществ, поступающих на очистку.



**Рисунок 2.** Содержание показателя сухого остатка до механической очистки и после выхода из биологического пруда №1

Эффективность очистки по взвешенным веществам подтверждает факт о недостаточной степени механической очистки (рис.3.), так как эффект очистки достигает всего 65-70%. Недостаточное снижение содержащегося в воде взвешенного вещества также зависит от степени очистки концентрации сульфатов и хлоридов, которые способствуют формированию сухого остатка [4]. Далее взвешенные вещества отстаиваются на последующих сооружениях биологической очистки.

Нужно отметить, что на данный момент биологическая очистка, которая включает аэротенки и вторичные отстойники практически не работает, только за счёт силы тяжести происходит процесс отстаивания примесей.



**Рисунок 3.** Содержание взвешенных веществ до механической очистки и после выхода из биологического пруда №1

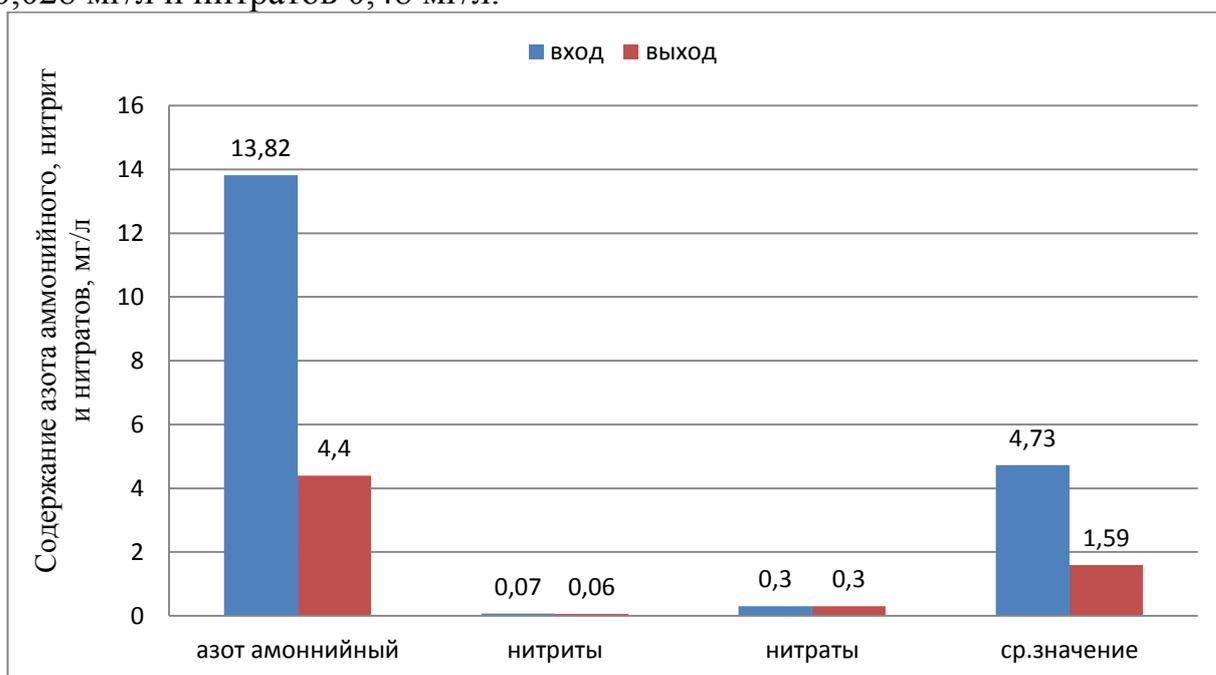
В настоящее время на очистных сооружениях города Душанбе одним из наиболее эффективных сооружений являются биологические пруды, где эффективность процесса биологической очистки от концентрации содержания азота аммонийного достигает 85-90%, а содержание концентрации нитрита и нитрата ионов практически не меняется, так как они встречаются в малых количествах. Довольно достаточное снижение концентрации азота аммонийного, нитритов и нитратов свидетельствуют о достижении процесса биохимического окисления, происходящего в биологических прудах (рис.4.).

Эффективность процесса биологической очистки зависит от концентраций азота аммонийного, нитрита и нитрата ионов в сбрасываемых в водоём сточных водах. Содержание азота аммонийного после сброса очищенных сточных вод в реке Кафирниган составляет 1,74 мг/л. Максимальное снижение содержания азота аммонийного и нитрита ионов

свидетельствует о достижении процесса нитрификации и, соответственно, о высокой эффективности процесса биохимического окисления.

Из рисунка видно, что содержание азота аммонийного, нитритов и нитратов сами по себе при входе на очистные сооружения не высокие: 13,82; 0,07 и 0,30 мг/л, а в биологических прудах достигает 4,40, 0,06 и соответственно 0,30 мг/л.

Следует отметить, что после сброса очищенных сточных вод в реку Кафирниган содержание азота аммонийного составляет 1,74 мг/л, нитритов 0,028 мг/л и нитратов 0,48 мг/л.



**Рисунок 4.** Содержание азота аммонийного, нитрита и нитратов до механической очистки и после выхода из биологического пруда №1 за первый квартал 2018 года

В очистных сооружениях при очистке особый интерес представляют выбрасываемые сточные воды, содержащие ионы никеля, меди, цинка, марганца, железа и трехзарядного иона хрома. Однако, по основным загрязнителям тяжёлых металлов не проводятся анализы и оценка.

Средние значения концентрации для выбранных тяжёлых металлов на входе и на выходе из очистных сооружений в первом квартале 2018 г. приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Содержание тяжёлых металлов в сточных водах за первый квартал 2018 года

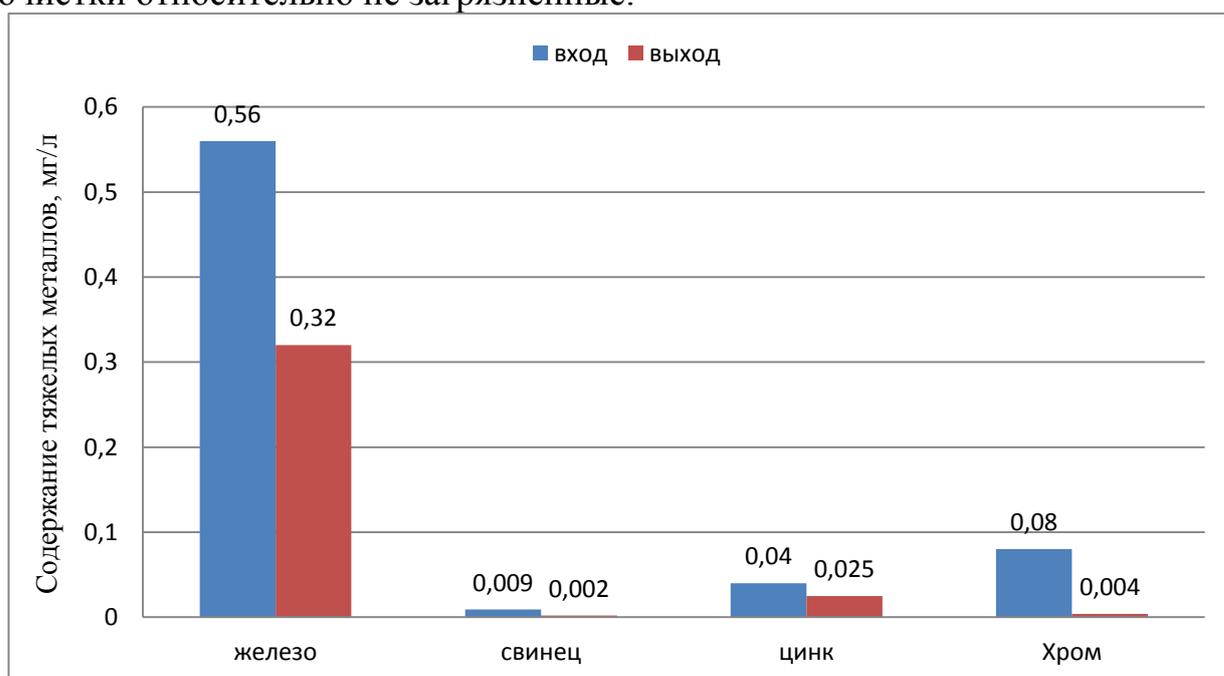
	Первая очередь	Вторая очередь	Биологические пруды	Река Кафирниган

Наименование токсикантов	До механической очистки	После механической очистки	До механической очистки	После механической очистки	После биологической очистки	Вход в биологических прудах	Выход из биологические пруды №1	Выход из биологические пруды №2	До сброса в реку	После сброса в реку
Железо, Fe <sup>-3</sup> , мг/л	0,54	0,49	0,53	0,4	0,37	0,38	0,33	0,3	0,21	0,13
Хром, Cr <sup>-6</sup> , мг/л	0,08	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,004	н/д	н/д
Хром, Cr <sup>-3</sup> , мг/л	0,11	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,08	н/д	н/д
Цинк, Zn <sup>-2</sup> , мг/л	0,04	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,025	н/д	н/д
Свинец, Pb <sup>-2</sup> , мг/л	0,011	н/д	0,008	н/д	0,0045	0,0045	0,0015	0,03	0,0015	0,0015

н/д – нет данных

Как видно из таблицы 2 значение ионов железа и свинца после биологической очистки, после выхода из биологического пруда №2 и перед сбросом в реку соответствует требованиям ПДК для воды питьевого качества.

На рисунок 5 показана диаграмма содержания ионов железа, свинца, цинка и хрома трехзарядного. Незначительное количество тяжёлых металлов обусловлено особенностью технологических процессов на промышленных предприятиях города Душанбе, чьи стоки поступают на городские очистные сооружения. Можно сделать вывод, что поступающие стоки промышленных предприятий на городскую водоотводящую сеть после предварительной очистки относительно не загрязненные.



**Рисунок 5.** – Содержание тяжёлых металлов до механической очистки и после выхода из биологического пруда №2 за первый квартал 2018 года

**Выводы.** На основе проведённых исследований выявлено, что очистные сооружения в основном работают недостаточно эффективно. Равномерное осаждение показателей загрязнённости всех исследуемых параметров подтверждает факт, что практически все функционирующие сооружения работают на режим «отстаивания».

Установлено, что на эффективность работы системы водоотведения города Душанбе влияют следующие факторы: технологическая схема систем и сооружений водоотведения; состояние технологических инженерных коммуникаций; состояние строительных конструкций очистных сооружений; состав и свойства поступающих сточных вод, а также состояние механического и энергетического оборудования на очистных сооружениях.

Выявлено, что на территории канализационно-очистного сооружения не полностью соблюдаются требования санитарно-защитной зоны. Согласно «МКС ЧТ 40.02-2009» и СНиП РТ 40-02-2021 «Водоотведение. Наружные сети и сооружения» [5] санитарно-защитная зона от сооружений механической и биологической очистки с подсушиванием осадка на иловых площадках составляет 500м, а для биологических прудов 300м. Данные условия отрицательно влияют на окружающую среду и ухудшают экологическую обстановку в зоне. Также в связи со сбросом недостаточно очищенных сточных вод ухудшается качество воды реки Кафирниган.

Исходя из этого, повышение эффективности работы очистных сооружений за счёт реконструкции и внедрение новых инновационных технологий очистки позволяют минимизировать негативное влияние на водную экосистему реки Кафирниган и на окружающую среду.

#### **Список литературы**

1. Набиев З.А., Амирзода О.Х. Оценка воздействия поверхностного стока на водные объекты // Материалы межд. НПК «Водная безопасность – основа устойчивого развития», 5-6 октября 2022г., г. Душанбе, Республика Таджикистан. Часть 2, С.32-39.

2. Краткий обзор Доклада ООН о прогрессе 2021 года: ЦУР 6. Водоснабжение и санитария для всех. 2021г. С.58.

3. Рязанов А.В., Бучнева Н.В. Анализ эффективности работы городских очистных сооружений по ряду приоритетных загрязнителей // Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. Вестник ТГУ, т.19, вып.6, 2014. С.2028-2-32.

4. Рязанов А.В., Можаров А.В., Завершинский А.Н. Анализ эффективности работы городских очистных сооружений в отношении ряда приоритетных загрязняющих веществ // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 4 (23). Ч. 2. С. 58-59.

5. СНиП РТ 40-02-2021 «Водоотведение. Наружные сети и сооружения», г. Душанбе, от 06 апреля 2022 года, №27/р.

#### **ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТ ВА САМАРАНОКИИ КОРИ ИНШООТИ ОБТОЗАКУНИ ДАР МИСОЛИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ**

*Аннотатсия:* Мақолаи мазкур ба таҳқиқи самаранокии кори иншооти обтозакуни дар мисоли шаҳри Душанбе бахшида шудааст. Дар асоси маълумотҳои озмоишии арзёбии самаранокии кори тозакунии механикӣ ва биологӣ гузаронида шудааст. Аз рӯи якҷанд ифлоскунандаҳои анъанавӣ, аз ҷумла элементҳои биогенӣ ва металҳои вазнин, муқаррар

карда шудааст, ки обҳои партови тозашуда ба критерияҳои барои истифодаи минбаъда, ба пуррагӣ ҷавобгӯ нестанд.

Дар мақола инчунин якчанд омилҳои ба самаранокии кори иншооти обтозакуни таъсиркунанда оварда шудааст. Тавсияҳо ҷиҳати афзун гардонидани самаранокии кори иншооти обтозакуни ва таъмини беҳатарии системаи экологии обӣ оварда шудааст.

**Калидвожаҳо:** низоми рафъи партовобҳо, обҳои партов, иншооти обтозакуни, тозакунии механикӣ ва биологӣ, раванди худтозакунии об.

## ANALYSIS OF THE CONDITION AND EFFICIENCY OF WASTEWATER FACILITIES TREATMENT PLANTS ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF DUSHANBE

**Annotation:** This article is devoted to the study of the efficiency of wastewater treatment plants on the example of the city of Dushanbe. On the basis of laboratory data the efficiency of mechanical and biological wastewater treatment has been evaluated. For some traditional pollutants, including biogenic elements and heavy metals, it is revealed that the discharged treated wastewater does not meet the requirements for further use by all criteria.

The article also summarises some of the main factors affecting the efficiency of wastewater treatment plants. Recommendations for improving the efficiency of wastewater treatment plants and ensuring environmental safety of aquatic ecosystems are given.

**Keywords:** wastewater disposal system, wastewater, treatment plants, mechanical and biological treatment, self-purification process.

## СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВОВ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

**Хасанов Н.М., Сулаймонова М.А.**

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

**Аннотация:** В статье произведен анализ влияния сейсмических воздействий взрывов на гидротехнические сооружения. При строительстве гидротехнических тоннелей вовремя производстве взрывных работ, на поверхности и в подземном пространстве необходимо учитывать влияния сейсмических усилий на их устойчивость. Задача прогноза и обеспечения устойчивости горных выработок при землетрясениях является очень сложной, т.к. в породах проявляются остаточные деформации в пределах сейсмического очага взрывов. При строительстве взрывные работы часто ведутся в непосредственной близости от подземных выработок, вследствие чего приходится ограничивать количество массовых взрывов, при проведении которых необходимо учитывать воздействия сейсмических волн. Анализирование этой актуальной проблемы позволило сделать выводы, что при воздействии сейсмического усилия применение подземного взрыва возможно вблизи существующих плотин и гидросооружений и оно не оказывает опасного на них действия.

**Ключевые слова:** гидротехнические тоннели, воздействия, землетрясения, взрывов, взрывчатого вещества, взрывные волны, геологические факторы, трещины, вывалы, заколы, деформации.

При строительстве деривационных гидроэлектростанций возводится большое количество подземных выработок различного назначения. При этом поперечным сечениям подземных сооружений придаются различные формы, в результате они достигают больших площадей. Так, например, тоннели

Нурекской и Рогунской ГЭС, построенные на р.Вахш Республики Таджикистан, имеют площади поперечного сечения 125 – 150м<sup>2</sup>.

Как правило, подобные выработки рассчитываются на значительный срок службы, поэтому закладываются в крепких скальных породах, выломка которых производится исключительно за счет энергии взрыва. В связи с этим широко практикуется одновременный взрыв значительного количества взрывчатого вещества (ВВ).

Взрывных работы при строительстве гидротехнических тоннелей, как на поверхности, так и в подземных условиях приводят к необходимости учитывать их сейсмическое влияние на устойчивость подземных выработок и гидротехническое сооружение на поверхности, так как последнее находится в функциональной зависимости от ряда горнотехнических факторов.

Своды выработок являются местом, где трещиноватые скальные породы находятся в наименее устойчивом состоянии. Это обуславливается тем, что все подрезанные взрывом блоки практически не перераспределяется на степени выработок и полностью находятся во взаимодействии с силами сцепления между породными блоками. Если вес подрезанного блока больше силы сцепления между блоками, то блоки обрушиваются, если же меньше силы сцепления, то может иметь место подвижка блока при сейсмическом действии взрыва.

В условиях динамических проявлений горного давления задача прогноза и обеспечения устойчивости горных выработок многократно усложняется.

В пределах сейсмического очага взрыва порода испытывает нагрузки, вызывающие остаточные деформации. Вблизи зоны дробления это трещины и заколы, а ближе к границам очага микротрещины и скрытые пластические деформации без видимого изменения объема породы, однако в пределах всего сейсмического очага происходят те или иные необратимые остаточные деформации и поэтому этот объем породы называют зоной неупругих деформаций. Размеры этой зоны определяются приведенным расстоянием, равным в зависимости от вида пород 2,5-10 м/кг.

В распространяющемся от зоны дробления амплитуде цуге колебаний преобладают объемные продольные и поперечные волны, интенсивно затухающиеся с расстоянием. Размер этой ближней зоны сейсмического действия равен 10 м/кг<sup>1/3</sup> для пород всех типов, а колебания здесь затухают вначале кубу, а затем пропорционально квадрату расстояния. Скорость колебаний в этой зоне снижается от 10 до 3 см/с (таблица 1).

**Таблица 1.** Характеристики деформирования горных пород

Зоны	Характер деформирования пород	Эквивалентное приведенное расстояние, м/кг <sup>1/3</sup>	Показатель эквивалентного затухания
Неупругого поведения	Интенсивное развитие открытых	0,1 – 0,6	3

среды	трещин:		2
	Возникновение	0,6 – 3	2
	радиальных и		2
	параллельных	3 – 6	1.5
	открытой	6 -10	
	поверхности		1.0
Ближняя зона	закрытых трещин.	10 -170	
сейсмического	Остаточные		
действия	микродоформации	более 170	
Тоже дальняя	Нелинейно упругое		
Слабых	То же		
сейсмических	Упругая		
колебаний			

Начиная по мере распространения волн с расстояния, соответствующего эквивалентному приведенному расстоянию  $10 \text{ м/кг}^{1/3}$  по величине амплитуды скорости колебаний преобладают поверхностные волны, затухающие пропорционально расстоянию в степени 1.5. Это зона раскроется от взорванных зарядов на расстояния, соответствующие величине эквивалентного приведенного расстояния от 10 до 170  $\text{м/кг}^{1/3}$ , а максимальная скорость колебаний в ней уменьшается с 3 см/с до 0,5 см/м, и является дальней зоной сейсмического действия, за границами которой массив испытывает слабые сейсмические колебания, затухающие которых пропорционально расстоянию.

В качестве допустимого сейсмического воздействия взрывов принимают допустимую скорость колебаний. Тогда для определения эквивалентного приведенного расстояния можно использовать упрощенные формулы:

- для зоны неупругого поведения породы и ближней зоны сейсмического действия

$$R_э = \sqrt{r_{гр} \cdot r_c^1 / \vartheta_{пр}} \quad (1)$$

- для дальней зоны сейсмического действия

$$R_э = 0,45 \cdot \sqrt[3]{(r_{гр} \cdot r_c^1 / \vartheta_{пр})^2} \quad (2)$$

- для зоны слабых сейсмических колебаний

$$R_э = 0,025 \cdot r_{гр} \cdot r_c^1 / \vartheta_{пр} \quad (3)$$

где:  $R_э = r / \sqrt[3]{Q}$ ;  $r_{гр}$  – коэффициент, учитывающий сейсмичность обводненности пород в основании зданий и сооружений;  $r_c^1$  – коэффициент сейсмичности взрывааемых пород.

$$r_{гр} = k_B \cdot \frac{r_c^1}{r_c^II}; \quad (4)$$

$r_c^1$  и  $r_c^II$  принимается по табл.9.5, например на I категория пород по сейсмичность- 10 [1].

$k_B$  - поправка на обводненность грунтов и пород в зоне охраняемого объекта. Значения  $k_B$  при залегании грунтовых вод ниже 15 м -10; обводненные скальные массивы 1,2; грунты при уровне грунтовых вод 5-15м – 1.3; уровне грунтовых вод до 5м - 2; весьма обводненные - 3.

Взрывные работы при строительстве гидроэлектростанции часто производятся в непосредственной близости от подземных выработок и камер, целиков и плотин. Это налагает определенные ограничения на ведение массовых взрывов при проектировании и проведении которых должно учитываться действие сейсмических волн. При массовых взрывах в массиве возникают зоны опасных напряжений, величины которых определяются физико-механическими и структурными особенностями массива и могут быть определены экспериментальным путем.

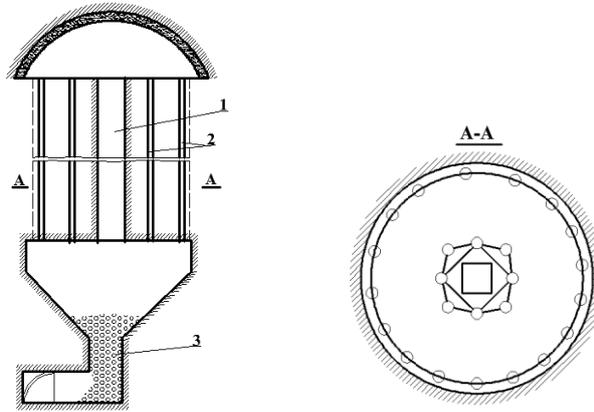
Одним из основных показателей характеризующим отрицательное влияние сеймики, в свою очередь, определяется главным образом величиной одновременно взрываемого заряда ВВ. Поэтому главным направлением снижения опасного влияния сейсмического эффекта является расчет допускаемой величины заряда ВВ, взрываемого в карьере и выработках.

Для снижения интенсивности сейсмических колебаний предлагается перейти на сейсмотехнологическую технологию в применении таких схем взрывания, при которых её максимальная масса взрываемого одновременно, не превышала бы расчетной величины, а время замедления колебалось бы в оптимальных пределах 25-50 мс.

При расширении вертикальных выработок при строительстве подземных ГЭС (помещение камеры затворов, натяжных шахт, машинных залов и др), вертикальными скважинами диаметров 85-100 мм параллельно восстающему на всю глубину ствола (до 30 м) пробуривают отбойные и оконтуривающие скважины (рисунок 1). При большой глубине ствола применяют скважины заходками до 30 м. Расстояние между оконтуривающими скважинами в зависимости от крепости пород составляет 15 -20 $d_z$ . Взрывание зарядов замедленное. Этот способ наиболее эффективен, так как обеспечивает высокую скорость выполнения работ при малой их трудоемкости. Недостатками способа является неточность оконтуривания сечения ствола при увеличенных расстояниях между оконтуривающими скважинами за исключением случаев применения контурного взрывания методом предварительного щелеобразования. Кроме того, при этом методе работ, повышаются вредные сейсмические воздействия взрыва на близко расположенные выработки и сооружения (рисунок 1).

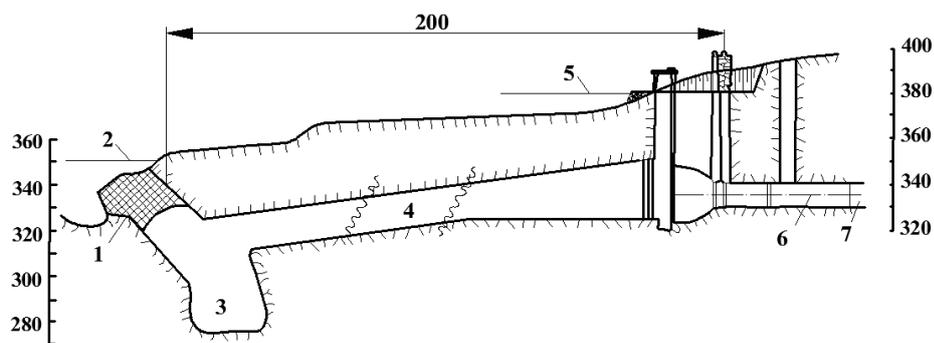
При устройстве глубинных водоприемников для забора воды из существующих водохранилищ или озер приходится взрывать целик, оставляемый между водохранилищем и забоем тоннеля, что является очень ответственным моментом, а иногда осложняется еще тем, что вблизи могут быть расположены гидротехнические сооружения, на которые при взрыве могут воздействовать как сейсмические колебания, так и повышенное в результате взрыва давления воды сверх гидростатического. Именно такое

положение создалось при строительстве водозабора для подземной гидроэлектростанции Шют де Пьел в Канаде. Гидроэлектростанции Шот де Пас мощностью 736 МВт была введена в эксплуатацию в 1960 год. Водохранилище было создано построенной в 1943 г бетонной плотиной высотой 48 м. Поэтому проходку тоннеля остановили на расстоянии 21 м от поверхности склона, оставив скальный целик диаметром 18 м и объемом 10 тыс. м<sup>3</sup> взорвав зарядом весом 27 тонн.



**Рис 1.** Схема расширения ствола:  
1-фурнель, 2-скважины, 3-взорванная порода

Плотина расположена в 200 м от водоприёмника. В основании её залегают те же, что и в районе водоприемника, гранито - гнейсы и парагнейсы с многочисленными параллельными реке трещинами. Плотина была рассчитана на землетрясения с ускорением 0,055 д. Тоннель подковообразного сечения имеет длину затворов от водохранилища до шахты 200м и высоту у входа 16 м и у шахты 25 м (рисунок 2).



**Рис 2.** Продольный разрез водоприёмника тоннеля ГЭС Шют де Пасс.  
1-скальный целик(пробка), 2-уровень воды в водохранилище при взрыве, 3-карман, 4-обрисованный участок тоннеля, 5-наивысший уровень воды в водохранилище, 6-подводящий тоннель, 7-временная бетонная пробка.

Ниже целика в тоннеле был сделан колодец объемом 17 тыс. м<sup>3</sup> для перехвата взорванной породы при прорыве воды после взрыва. Взаимное расположение целика и колодца определено опытами на моделях. Для этого чтобы иметь возможность судить о влиянии взрыва на плотину (ввиду близости плотины и большой величины заряда), предварительно были

произведены 24 опытных мелких взрыва зарядов весом 2,3-11,3 кг на глубине 20 м на 90-200 м от плотины и взрыв заряда весом 520 кг при разработке шахты водохранилища. На плотине и затворах были размещены сейсмографы и акселерометры для измерения величин деформаций и давлений.

Как известно энергия взрыва распространяется от источника со скоростью звука и затухает на расстоянии, определяемом физическими свойствами среды. В любой точке поверхности вокруг взрыва амплитуды колебаний  $A$ , частота вибрации  $f$ , скорость вибрации  $V$  и ускорение ( $a$ ) связаны зависимостями, вытекающими из синусоидального закона перемещений, т.е.

$$\begin{aligned} \vartheta &= 2\pi \cdot f \cdot A \\ a &= 4\pi^2 f^2 A \end{aligned} \quad (5)$$

Известно, что амплитуда есть функция величины зарядов  $W$ , расстояние от точки взрыва и характера грунтов в данной точке.

Если взрыв происходит в воде или вблизи водохранилища, то необходимо учесть повышение давления сверх гидростатического. Максимальное давление  $P$  от взрыва в воде определяется по формуле.

$$P = k \cdot \frac{W}{R} \quad (6)$$

где:  $R$  - расстояние от места взрыва до данной точки;

$W$  - вес заряда, кг;  $k$  - постоянный коэффициент, определяемый опытным путем.

Первая серия испытаний (24 мелких подводных взрывов) производилась с целью определения повышенного давления воды при взрывах на щиты плотины. При некоторых опытах из этой серии перед щитами создавалась воздушная завеса; в воду опускали рамы из перфорированных труб, в которые подавался сжатый воздух под давлением 3,5 ат.

По результатам опытов была получена зависимость:

$$P = F \cdot \left( \frac{W^{1/3}}{R} \cdot 10^3 \right) \quad (7)$$

Её можно экстраполировать до величины  $\frac{W^{1/3}}{R}$ , соответствующей ожидаемому большому взрыву. С целью определения влияния таких взрывов на повышение давления воды были предварительно проведены опытные взрывы зарядов в скважинах, пробуренных в основании водохранилища. Оказалось, что повышение давление в воде от взрыва заряда в скважине составляет 20% от взорванной в воде. Следовательно, расчет по формуле (6) нужно вести на заряд весом, равным  $27000 \times 0,2 = 5400$  кг (целик предположено было взорвать зарядом 27 тонн). При этом оказалось, что повышение давления на щитовые затворы составит 50 кг/сек и соответственно такую нагрузку, щиты выдержать не могли.

Измерения деформаций щитов при малых взрывах показали, что с помощью воздушной завесы перед щитами можно уменьшить давление, передаваемое на щиты в 6-7 раз, однако из осторожности не сочли

возможным принять такое решение и поэтому к моменту взрыва спустили горизонт воды в водохранилище до гребня водосливной плотины.

Изменение при взрыве заряда весом 520 кг показало, что амплитуда колебаний на плотине составляет 0.11 мм, а ускорении были увеличены по расчету, при которых получены результаты соответственно 1,6 мм и 8,4g.

На основании анализа литературных и нормативов данных опасными считались значения амплитуды 1мм, ускорение 3д, а условия запроектированного взрыва представлялись весьма тяжелыми.

Были рассмотрены два варианта взрыва. Первый вариант- методом «Кайот», при котором заряд располагается в двух концентрических штольнях, пройденных внутри целика, и взрывается мгновенно. Кроме того, по контуру будущего отверстия в целике пробуриваются глубокие скважины через 46 см. Второй вариант – бурение фронтальных глубоких скважин как при разработке тоннелей с короткозамедленным взрыванием зарядов с помощью электродетонаторов с миллисекундными замедлителями.

Результаты взрыва оказались вполне удовлетворительными со всех точек зрения. Отверстие получилось хорошее, колодец оказался заполненным лишь частично, так как часть скалы выбросило в водохранилище. Охлынувшей в тоннель водой в водоприемнике занесло лишь небольшое количество мелочи, которая легко была удалена. Плотине взрыв не причинил никаких повреждений хотя относительные перемещения секций составили 0.4-1 мм. Связь бетона со скалой основания не нарушилась, что было проверено с помощью заранее пробуренных скважин. Повышение давления от взрывной волны в воде оказалось меньшим, чем рассчитанное по опытному взрыву заряда весом 10 кг (табл 2).

**Таблица 2. Повышение давления от взрывной волны**

Показатели	По расчёту	Фактические	
		на гребне	у основания
Амплитуда, см	0,05-0,16	0,20	0,06
Скорость, см/сек	5,0-15,0	10,0-15,0	4,5
Ускорение, доли .	3,5-8,4	1,2	0,7
g	17	10,0-15,0	10,0-20,0
Частота, кол/сек			

Таким образом было установлено, что при определенных условиях, даже в случае больших размеров тоннелей, можно производить работы с применением подземного взрыва с учетом влияния сейсмического воздействия при наличии существующих плотин и других гидросооружений.

Следует отметить, что опыты с зарядами малой величины и существующие эмпирические формулы могут дать неверные представления о характере и числовых параметрах явления.

Выявлено такие, что существующие «Критерии опасности» сейсмических воздействий неприемлемы для высоких плотин, а повышение

давления от волны, возникающей при подземной взрыве в водохранилище, невелико и может в расчет не приниматься. Оно может быть уменьшено созданием воздушных завес.

### Список литературы

1. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог // КАСИ, 1996, 226 с, Бишкек.
2. Хасанов Н.М., Абдужабаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург.
3. Хасанов Н.М., Якубов А.О., Сулаймонова М.А. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии // Вестник, ТТУ 1/41 - Душанбе: ТТУ, 2018. -С.275-283.
4. Хасанов Н.М. Ятимов А.Дж. Якубов А.О. Анализ сейсмического воздействия на крепь горных выработок круглого сечения // Известия КГТУ, 2018. - №1 45. С. 302-312.
5. Сулейманова М.А. Саидов М.Э. Анализ повреждений подземных сооружений при землетрясениях // Научный журнал «Наука и инновация» / Естественных наук. Душанбе: Сино. ТНУ. 2016. –С. 56 – 59.

### ТАЪСИРИ СЕЙСМИКИИ ТАРКИШО БА ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ

**Аннотатсия:** Дар мақола таъсири сейсмикии таркиши ба иншооти гидротехникӣ талил карда шудааст. Дар вақти сохтани туннельҳои гидравликӣ хангоми корҳои таркондан, дар руи замин ва фазои зерзаминӣ таъсири қувваҳои сейсмикиро ба устувории онҳо ба назар гирифтани лозим аст. Вазифаи пешгӯӣ ва таъмини устувории қорҳои қон дар вақти заминҷунбӣ хеле душвор аст, зеро дар қинсҳои дохили манбаи сейсмикии таркиши деформацияҳои боқимонда пайдо мешаванд. Дар вақти сохтмони қорҳои таркондан аксар вақт дар наздикии қорҳои зерзаминӣ гузаронда мешаванд, ки дар натиҷаи ин микдори таркишҳои азимро маҳдуд кардан лозим меояд, ки дар рафти он таъсири мавҷҳои сейсмикиро ба назар гирифтани лозим меояд. Тадлили ин проблемамудим имкони ният дод, ки чунин ҳулоса барем, ки дангоми дучори қувваи сейсмикии истифода бурдани таркишҳои зерзаминӣ дар наздикии сарбандҳо ва иншоотҳои гидротехникии мавҷуда имконпазир буда, ба онҳо таъсири хавфнок намерасонад.

**Калидвожаҳо:** нақбҳои гидравликӣ, зарбао, заминҷунбӣ, таркишо, маводи тарқанда, мавҷҳои тарқиш, омилҳои геологӣ, тарқишо, партово, пино, деформатсия.

### INFLUENCE OF SEISMIC EFFECTS OF EXPLOSIONS ON HYDRAULIC STRUCTURES AND TUNNELS

**Abstract:** The article analyzes the influence of seismic effects of blasting on hydraulic structures. During the construction of hydraulic tunnels during blasting operations, on the surface and underground, it is necessary to take into account the influence of seismic forces on their stability. The task of forecasting and ensuring the stability of mine workings during earthquakes is very difficult, because the rocks show residual deformations within the seismic focus of explosions. In construction, blasting operations are often carried out in close proximity to underground workings, so it is necessary to limit the number of mass explosions, which must take into account the effects of seismic waves. The analysis of this actual problem allowed to draw conclusions that under the influence of seismic force the use of underground explosion is possible near existing dams and hydraulic structures and it does not have a dangerous effect on them.

*Keywords: hydrotechnical and tunnels, impacts, earthquakes, explosions, explosive, explosive waves, geological factors, cracks, dislocations, zakol, deformations.*

## **ЗИЛЗИЛАТОБОВАРИИ КОНСТРУКСИЯҲОИ ОБГУЗАРОН ҲАНГОМИ ТАЪСИРИ ЗАРБАВИИ ВОСИТАҲОИ НАҚЛИЁТ**

**Сулаймонова М.А.<sup>1</sup>, Хасанов М.Н.<sup>2</sup>, Зувайдов М.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ*

<sup>2</sup>*Институту масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон*

**Аннотатсия:** Дар мақола исобкунии назариявӣ оварда шудааст, ки ба таъсири нақлиёти аракаткунандаро ба иншооти обгузарон баогузори қардан имконият медианд. Муайян карда шудааст, ки ларзиши аз тарафи нақлиёти аракаткунанда пайдошаванда, зилзилатобовари иншоотро кам мекунад.

**Калидвожаҳо:** заминчунбӣ, рои автомобилгард, рои оан, иншооти обгузарон, қувваҳои иловагии зарбавӣ, зуддӣ.

Дар асоси таҳлилҳои зиёди заминчунбӣҳои саҳт ва ҳолатҳои вайроншуда муайян карда шуд, ки имконияти нигоҳдории иншоотҳои қиматбаҳои нақлиётӣ бе зарар ёфтани онҳо ғайриимкон аст. Вале имконияти пасткунии дараҷаи зарарёбӣ ва камкунии муҳлати барқарорсозӣ вучуд дорад, ки дар натиҷа ба камкунии зарари иқтисодӣ ноил шудан мумкин аст. Дар асоси ин ҳулосаҳо масъалагузори қарда шуд, ки таҳқиқоти назариявӣ ва таҷрибавӣ гузаронида шавад ва натиҷаи онҳо ҳангоми лоихакашии конструксияҳои иншоотҳои обгузарон ва чорабиниҳои зидди заминчунбӣ ба назар гирифта шаванд.

Маълум аст, ки заминчунбӣҳои рӯйдода миёна ва саҳти давлатҳои иттиҳоди давлатҳои муштаракулманоефъ (ИДМ) ва мамолики дигари хориҷӣ аз он шаҳодат медиҳанд, ки ҳангоми таъсири заминчунбӣҳои 6 ва 7 балла иншоотҳои обгузарон дар роҳҳои нақлиётӣ ва оҳан бисёр вақт вайрон мешаванд ва онҳо ба заминчунбӣҳои 8 ва 9 балла ҳисоб карда шудаанд. Ин ҳолатҳо исботи он аст, ки ҳангоми интиҳоби конструксияҳо ҳисобкунии нодуруст гузаронида мешаванд ва инчунин таъсири нақлиёт ба чунин иншоотҳо пурра ба инобат гирифта намешавад. Ин ҳулосаҳо нишон медиҳанд, ки ҳисобкунии ҳангоми интиҳоби конструксияҳо бо хатогиҳо иҷро шудаанд ва дар натиҷа конструксия нодуруст интиҳоб шудааст. Ҳамин тавр, таъсири нақлиёт ба иншоот пурра ба инобат гирифта нашудааст. Бояд қайд кард, ки дар давраи таъсири қувваҳои зилзилавӣ иншоотҳои обгузарон дар ҳолати шиддатнокии пешакӣ қарор доранд ва ин ҳолат ба ҳисобкунии то 30-40% илова мешавад, яъне қувваҳои иловагии нақлиётӣ зилзилатобовари иншоотҳои қиматбаҳои обгузаронро то 1-2 балл кам мекунад.

Инчунин маълум аст, ки ҳангоми истифодабарии роҳҳо хокрезҳои замин дар минтақаи иншооти обгузарон бисёр вақт мешинанд. Ҳисобкунии

ва таҳқиқотҳои таҷрибавӣ имконият медиҳанд, ки пуршавии шикастаҷо аз хокрезҳои замин дар болои иншоотҳои обгузарон зиёдшавии қувваи зарбавиро ҳангоми зада шикастани  $S = 1\text{ см}$  ба 10%,  $S = 2\text{ см}$  ба 20%,  $S = 3\text{ см}$  ба 40% муайян карда шавад.

Аз таъсири чандинкаратаи қувваҳои зарбавии нақлиётӣ дар конструкцияҳои иншоотҳои обгузарон шиддатҳо пайдо мешаванд ва онҳо аз инерсияҳои табиӣ пурра озод шуда наметавонанд ва ин қувваҳои иловагӣ то 30% қувваҳои домиро ташкил мекунанд.

Барои муайянкунии таъсири нақлиёт ба иншоотҳои обгузарон кинематикаи вобастагии чархҳои нақлиётро нисбат ба рӯпуши роҳро муайян менамоем, ки қувваҳои зарбавиро ба конструкцияи иншоот медиҳад.

Мутобиқи Саткиналиев К.Т. [1] вобастагии муқарршудаи лапиши рӯпуши бетони роҳ ва аэродромовҳо аз пайдошавии зилзилаи шиддатнок бо рӯпуши идеалии бетони суфта чархҳо амудӣ ҳаракат мекунанд ва бо суръати  $\vartheta$  аз болои пластаҳо ҳаракат намуда, хати қачи ҳамшавиро медиҳанд.

Суръати чарх дар ҳамвории амудӣ аз баробарии вектории зерин ёфта мешавад;

$$\vartheta_v = \vartheta_{ок} + \vartheta_{ор} \quad (1)$$

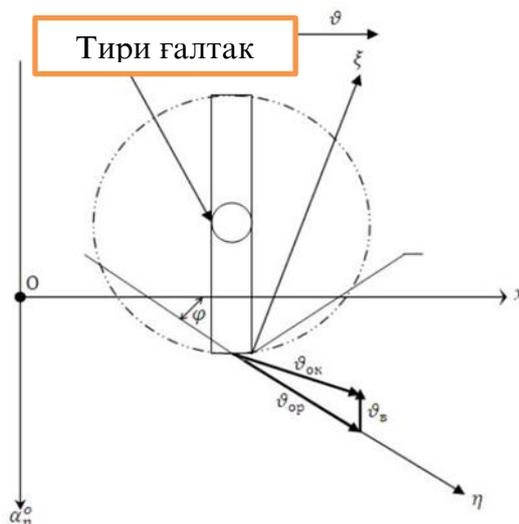
дар ин ҷо:

$\vartheta_v$  - суръати мутлақи тири чарх;

$\vartheta_{ок}$  - суръати рӯпуш (болор);

$\vartheta_{ор}$  - суръати тири чарх нисбат ба элементи рӯпуш.

Суръати мутлақи чарх ба ташкилкунандаҳои нисбӣ ва кашониш тақсим мешавад (расми 1).



Расми 1. Диаграммаи ҳаракати тири чарх

Тири  $\eta$  ба хатти қачи қатшавии рӯпуш дар нуқтаи расиши чарх ва тири  $\xi$  бошад ба тири қач нормалӣ равонаанд.

Баробарии (1) – ро ба тири амудӣ проексия кунонида, ҳосил мекунем:

$$\vartheta_{k\alpha} = \vartheta_{E\alpha} + \vartheta_{p\alpha}. \quad (2)$$

Муносибати: 
$$\vartheta_{p\alpha} = \vartheta \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial u}; \quad (3)$$

ба назар гирифта, муодилаи (2)- ро дар намуди зерин менависем:

$$\vartheta_{B\alpha} = \vartheta_{k\alpha} - \vartheta \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial u} \quad (4)$$

$$\frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} = \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right] - \vartheta \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial u} \quad (5)$$

Дар кори [1] дида мешавад, ки агар бузургии  $\frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t}$  суръати амудии рӯпуши роҳ бошад  $\vartheta_{B\alpha}$ , он гоҳ бузургии  $\left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]$  суръати тири чархро мебошад  $\vartheta_{k\alpha}$ . Агар дар буриши  $x = \vartheta t$  чарх ҷойгир бошад, он гоҳ то суръати вай дар ҳамвории амудӣ бо баробарии зерин ёфта мешавад:

$$\vartheta_{k\alpha} = \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]_{x=\vartheta t} \quad (6)$$

Тезшавии рӯпуш ва чархи дар вай ҳаракат кунандаро дида мебароем (расми 2).

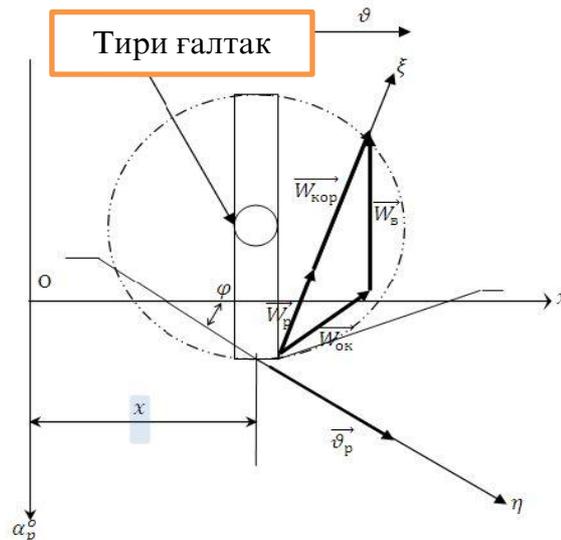
Тири чарх ҳаракати мурракаб мекунад, тезшавии вай бо муодилаи векторӣ ёфта мешавад:

$$W_{\alpha k} = W_B + W_p + W_{кор} \quad (7)$$

Дар ин ҷо:  $W_{\alpha k}$ - тезшавии мутлақи тири чарх;

$W_B$  – тезшавии рӯпуш;  $W_p$ - тезшавии тири чарх нисбат ба рӯпуш;

$W_{кор}$  - тезшавии кориолисовӣ.



**Расми 2.** Диаграммаи ҷамъшавии тезшавии ҳаракати тири чарх

Ба сифати системаи координата системаи росткунҷаи  $\eta, \xi$  қабул мекунем.

Ҳангоми ҳаракати тири чарх нисбат ба хати қачи қатшавии рӯпуш дар нуқтаи  $x$  тезшавии марказшитоб  $W_p$  ба амал меояд, ки ба маркази хати қач равона аст ва проексияи вай ба тири  $\xi$  баробар аст.

$$W_{pe} = \left( \vartheta \frac{1}{\cos\varphi} \right)^2 k_0 \quad (8)$$

Дар ин чо:  $\varphi = \text{arctg} \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial u}$  – кунчи моили хати қачи гардиш дар нуқтаи  $x$ ;  $k_0$  – хати қачи рӯпуш дар нуқтаи  $x$ .

$$\text{Баробарии } k_0 = \frac{\frac{\partial^2 \alpha \beta}{\partial u^2}}{\left[ 1 + \left( \frac{\partial \alpha \beta}{\partial u} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} = \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2} \cdot \cos^3 \varphi, \quad (9)$$

ба инобат гирифта, муодилаи (8) чунин намуд мегирад:

$$W_{pe} = \vartheta^2 \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2} \cos \varphi \quad (10)$$

тезшавии Кориолисовиро аз муодилаи вектории зерин меёбем:

$$W_{\text{кор}} = 2 \xrightarrow{\omega_0} \vartheta_0; \quad (11)$$

дар ин чо:  $\xrightarrow{\omega_0}$  – вектори суръати кунчии системаи гузорандаи координатҳои  $\eta, \xi$ .

Проекцияи вектори тезшавии кориолисови ба тири  $\xi$  баробар аст:

$$W_{\text{кор}e} = 2\vartheta \frac{1}{\cos\varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \sin \alpha \quad (12)$$

Дар ин чо :  $\alpha = \frac{n}{2}$  – кунчи байни векторҳои кунҷӣ -  $\vec{\omega}_p$  ва суръати нисбӣ-  $\vec{\vartheta}_p$

Суръати кунчии чархзании рӯпуш баробар аст ба:

$$\omega_0 = \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \left[ \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right] - \vartheta \frac{\partial \varphi}{\partial w}; \quad (13)$$

дар ин чо:  $\left[ \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right]$  – ҳосили мутлақи зуддӣ аз  $\varphi$  дар муддати вақти  $t$ .

Дар натиҷа баробарии зерин ҳосил мекунем:

$$\left\{ \begin{aligned} \left[ \frac{\partial tg\varphi}{\partial t} \right] &= \frac{\partial tg\varphi}{\partial \varphi} \left[ \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right] = \frac{1}{\cos^3 \varphi} \left[ \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right]; \\ \frac{\partial tg\varphi}{\partial w} &= \frac{1}{\cos^3 \varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial w}; \end{aligned} \right. \quad (14)$$

$$\text{Муносибати } tg\varphi = \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial u}; \quad \left[ \frac{\partial tg\varphi}{\partial t} \right] = \frac{\partial}{\partial u} \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]; \quad (15)$$

Ба инобат гирифта, аз (15) баробарии зерин ҳосил мекунем:

$$\omega_0 = \left[ \frac{\partial \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]}{\partial u} - \vartheta \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2} \right] \cos^2 \varphi \quad (16)$$

Дар ҳолати хусусӣ вақте ки траекторияи тири чарх хати рост аст, муодилаи (16) чунин намуд мегирад:

$$\omega_0 = -\vartheta \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2} \cos^2 \varphi; \quad (17)$$

Ибораи (16)- ро ба муодилаи (12) гузошта, ҳосил мекунем

$$w_{\text{коре}} = 2\vartheta \frac{\partial \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]}{\partial u} \cos \varphi - 2\vartheta^2 \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2} \cos \varphi; \quad (18)$$

Алоқамандии проексияи тезшавии рӯпушро ба тирҳои  $\xi$  ва  $\alpha_p^0$  ва муносибати  $w_{B\xi} = w_{B\alpha} \cos \varphi$ , -ро ба инобат гирифта ва формулаҳои (11) ва (18) –ро истифода бурда, ҳосил мекунем:

$$w_{B\alpha} \approx \frac{1}{\cos \varphi} w_{B\xi} = w_{\alpha ky} - 2\vartheta \frac{\partial \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]}{\partial u} + \vartheta^2 \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2}; \quad (19)$$

формулаи (19) – ро бо баробарии

$$\frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial t^2} = \left[ \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial t^2} \right] - 2\vartheta \frac{\partial \left[ \frac{\partial \alpha_p^0}{\partial t} \right]}{\partial u} + \vartheta^2 \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial u^2}; \quad (20)$$

дар кори [1] мукоиса намуда, дида мешавад, ки бузургии  $\frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial t^2}$  – тезшавии амудии рӯпуш, вале бузургии  $\left[ \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial t^2} \right]$  – тезшавии амудии тирӣ чархи нақлиёти ҳаракаткунанда аст:

Дар ҳолати хусусӣ барои буриши  $x = \vartheta t$ , ки дар он ҷо чарх ҷойгир аст, мутаносибии (21) дуруст аст.

$$\vartheta_{k\alpha} = \left[ \frac{\partial^2 \alpha_p^0}{\partial t^2} \right]_{x=\vartheta t} \quad (21)$$

Аз баробарии (21) бармеояд, ки ташкилкунандаи амудии тезшавии мутлақӣ чарх ба ҳосили хусусии мутлақӣ тартиби дуюм аз рӯи вақт аз ҳамшавии рӯпуши буриши зерӣ чарх баробар аст.

Тавсифоти зуддӣ ва тезшавии чарх дар фаршро муайян намуда, таъсири суръати ҳаракати нақлиётро иншооти обгузарон муайян намудан мумкин аст.

Дар мақола маълумотҳои гирифташуда ҳисоби назариявӣ зарбаи қувагии нақлиётҳо ба иншоотҳои обгузарон имконият медиҳад, ки баҳододани таъсири қувваҳои иловагӣ аз нақлиёти ҳаракаткунанда ба камшави зилзилатобоварии иншоот оварда мерасонад.

### Хулосаҳо:

**1.** Ҳисобкунӣ ва таҳқиқотҳои таҷрибавӣ нишон додан, ки раҳнашавии хокрезаҳои рӯпуши замин дар иншооти обгузарон қувваи зарбавиро ҳангоми  $S = 1$  см, 10% ; ҳамин бузургӣ ҳангоми раҳнашавии  $S = 2$  см и  $S = 3$  см, мутаносибан 20% ва 40% - ро ташкил мекунад.

**2.** Кинематикаи таъсири чархи нақлиёт ба фарши роҳ, ҳангоми қувваҳои зарбавиро ба констрuksияи иншоот додан, муайян карда шуд.

**3.** Ташкилкунандаи амудии мутлақӣ тезшавии чарх ба ҳосили мутлақӣ хусусии тартиби дуюм вобаста аз бузургии вақт ва ҳамшавии фарши буриши зерӣ чарх мутаносибии рост аст.

## Фехристи адабиёт

1. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог [Текст] / А.Х. Абдужабаров // КГУСТА, Бишкек.1996. -226 с.
2. Саткыналиев К.Т. Исследование колебаний бетонного покрытия дороги и аэродромов от сейсмического воздействия [Текст] / К.Т. Саткыналиев // Вестник КГУСТА.-2014.-4(46)Т.2. -С.150
3. Сулейманова М.А. Количественная оценка НДС оснований сооружений при воздействии сейсмической нагрузки [Текст] /М.А. Сулейманова, Ф.Ю. Саидов // Вестник ТТУ, №4(40). - Душанбе, 2015.-С.135-141
4. Тешибаев З.Р. Экспериментальные исследования подземных трубопроводов со стыковыми соединениями при действии динамических нагрузок [Текст] / З.Р. Тешибаев // Проблемы механики. Ташкент 2003. №4. – С.16-18.
5. Хасанов Н.М. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии [Текст] / Н.М. Хасанов, А.О. Якубов, М.А. Сулаймонова // Вестник, ТТУ 1/41 - Душанбе: ТТУ, 2018. С.275-283

### СЕЙСМОУСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОПРОПУСКНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Аннотация:* В статье показаны теоретические расчеты, позволяющие оценить воздействие движущегося транспорта на водопропускные сооружения. Установлено, что вибрации, создаваемые движущимися транспортными средствами, снижают сейсмостойкость сооружений.

*Ключевые слова:* землетрясение, автомобильные дороги, железные дороги, водопропускные сооружения, дополнительные ударные нагрузки, частота.

### SEISMIC RESISTANCE OF CULVERT STRUCTURES UNDER THE IMPACT OF VEHICLES

*The article shows theoretical calculations that allow to estimate the impact of moving vehicles on culverts. It is established that vibrations created by moving vehicles reduce the seismic resistance of structures.*

*Keywords:* earthquake, roads, railroads, culverts, additional impact loads, frequency.