

ISSN: 2789-0953

2024 / №4 (3)



ЗАХИРАҶОИ ОБ, ЭНЕРГЕТИКА ВА ЭКОЛОГИЯ

Институти масъалаҳои об,
гидроэнергетика ва экологияи
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон



www.majalla.imoge.tj

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии
Национальной академии наук Таджикистана

WATER RESOURCES, ENERGETICS AND ECOLOGY

Institute of water problems, hydropower and ecology
of the National academy of sciences of Tajikistan

**МАҶАЛЛАИ ИЛМИИ
«ЗАХИРАҲОИ ОБ, ЭНЕРГЕТИКА ВА ЭКОЛОГИЯ»-И
ИНСТИТУТИ МАСЪАЛАҲОИ ОБ, ГИДРОЭНЕРГЕТИКА
ВА ЭКОЛОГИЯИ АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ
ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ»
ИНСТИТУТА ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ,
ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ТАДЖИКИСТАНА**

**SCIENTIFIC JOURNAL
“WATER RESOURCES, ENERGETICS AND ECOLOGY” OF THE
INSTITUTE OF WATER PROBLEMS, HYDROPOWER
AND ECOLOGY OF THE NATIONAL
ACADEMY OF SCIENCES OF TAJIKISTAN**

2024

ТОМ 4

№ 3

ДУШАНБЕ

Сармуҳаррир – доктори илмҳои техники, дотсент Амирзода О.Х.
Муовини сармуҳаррир – номзади илмҳои техники, дотсент Курбонов Н.Б.

Ҳайати таҳририя:

Абдуллоев С.Ф. – доктори илмҳои физикаю математика;
Абдушукуров Ҷ.А. – номзади илмҳои физикаю математика;
Азизов Р.О. – доктори илмҳои техники, профессор;
Давлатшоев С.Қ. – номзади илмҳои техники;
Қодиров А.С. – номзади илмҳои техники;
Қориева Ф.А. – номзади илмҳои биология;
Муртазоев У.И. – доктори илмҳои география, профессор;
Носиров Н.Қ. – доктори илмҳои техники;
Пулатов Я.Э. – доктори илмҳои кишоварзӣ, профессор;
Расулов Р.Х. – доктори илмҳои техники, профессор (Ўзбекистон);
Сафаров М.М. – доктори илмҳои техники, профессор;
Степанова Н.Н. – номзади илмҳои техники;
Фазылов А.Р. – доктори илмҳои техники, дотсент;
Ҳақдод М.М. – доктори илмҳои техники, профессор, узви вобастаи АМИТ;
Шаймуродов Ф.И. – номзади илмҳои техники.

*** **

Главный редактор – доктор технических наук, доцент Амирзода О.Х.

Заместитель главного редактора – кандидат технических наук, доцент Курбонов Н.Б.

Chief Editor – Doctor of Technical Sciences, Docent Amirzoda O.H.

Deputy chief editor – Candidate of Technical Sciences, Docent Kurbonov N.B.

Редакционная коллегия:

Абдуллаев С.Ф. – доктор физико-математических наук; Абдушукуров Дж.А. – кандидат физико-математических наук; Азизов Р.О. – доктор технических наук, профессор; Давлатшоев С.К. – кандидат технических наук; Кариева Ф.А. – кандидат биологических наук; Кодиров А.С. – кандидат технических наук; Муртазаев У.И. – доктор географических наук, профессор; Насыров Н.К. – доктор технических наук; Пулатов Я.Э. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Расулов Р.Х. – доктор технических наук, профессор (Узбекистан); Сафаров М.М. – доктор технических наук, профессор; Степанова Н.Н. – кандидат технических наук; Фазылов А.Р. – доктор технических наук, доцент; Хақдод М.М. – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАНТ; Шаймуродов Ф.И. – кандидат технических наук.

Editorial team:

Abdullaev S.F. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences; Abdushukurov J.A. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences; Azizov R.O. – Doctor of Technical Sciences, Professor; Davlatshoev S.K. – Candidate of Technical Sciences; Fazilov A.R. – Doctor of Technical Sciences, Docent; Karieva F.A. – Candidate of Biological Sciences; Kodirov A.S. – Candidate of Technical Sciences; Murtazaev U.I. – Doctor of Geography, Professor; Nasirov N.K. – Doctor of Technical Sciences; Pulatov Ya.E. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; Rasulov R.Kh. – Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan); Safarov M.M. – Doctor of Technical Sciences, Professor; Shaymuradov F.I. – Candidate of Technical Sciences; Stepanova N.N. – Candidate of Technical Sciences.

Маҷалла моҳи марти соли 2021 таъсис ёфтааст. Маҷалла 28 майи соли 2024 таҳти №346/МҚ-97 дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст.

Журнал основан в марте 2021 года. Журнал зарегистрирован, 28 мая 2024 года под №346/МҚ-97, Министерством культуры Республики Таджикистан

The journal was founded in March 2021. The journal was registered on 28 May 2024, under №346/МҚ-97 by the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan.

Бо қарори Комиссияи олии аттестационии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 5 июли соли 2024, №239/м Маҷаллаи илми «Захираҳои об, энергетика ва экология» ба Феҳристи маҷаллаҳои (нашрияҳои) илми тақризшавандаи Ҷумҳурии Тоҷикистон ворид карда шуд.

По решению Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан от 5 июля 2024 года, №239/м Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» внесен в Список рецензируемых научных журналов (публикации) Республики Таджикистан.

By the decision of the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan dated 5 July 2024, No.239/m, the Scientific Journal “Water Resources, Energetics and Ecology” was included in the List of peer-reviewed scientific journals (publications) of the Republic of Tajikistan.

МУНДАРИЧА ЗАХИРАҲОИ ОБ

Пулатов Я.Э., Кориева Ф.А., Худоназарова М.Д. ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ОБУ ЗАМИН ДАР ТОҶИКИСТОН: ҶУЗЪИ ГЕНДЕРӢ	9
Абдусаматов М., Рахматиллоев Р., Амирзода О.Х., Акрамов А. ДАР БОРАИ ГУЗАШТАН БА ИДОРАКУНИИ ҲАВЗАВӢ ДАР ЗЕРҲАВЗАИ ПОЁНОБИ ВАХШ	19
Муҳибуллоев Н.М., Шарифзода Ш., Саидов Ш., Амирзода О.Х. АРЗӢБИИ ТАҒЙИРӢБИИ МИЁНАБИСӢРСОЛАИ БОРИШОТ БО УСУЛИ ОМОРИ МАТЕМАТИКӢ ДАР АСОСИ МАЪЛУМОТҲОИ ПОЙГОҲИ ГИДРОЛОГИИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ КОФАРНИҲОН	30
Кориева Ф.А., Халилов Д., Курбон Н.Б. ХУСУСИЯТҲОИ ИҚЛИМИИ ҚИСМИ БОЛОӢ ВА МИЁНАИ ДАРАИ ДАРӢИ ВАРЗОБ	37
Қаюмов А.Қ., Шомаҳмадов А.М., Сафаров М.Т. ОМУӢЗИШИ АЛОҚАМАНДИИ БУЗУРГИҲОИ МЕТЕОРОЛОГӢ ДАР ҲАВЗАҲОИ ДАРӢҲОИ АСОСИИ ТОҶИКИСТОН БАРОИ ДАВРАИ ЗИМИСТОН ВА АВВАЛИ БАҲОРИ СОЛҲОИ 2017-2022	44
Шомаҳмадов А.М., Боқизода А.Б., Қаюмов А.Қ., Амиров У. ОМУӢЗИШИ ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРӢҲОИ ШАХИ САФЕД ВА ДИХАДАНГ ДАР БОЛООБИ ДАРӢИ ЗАРАФШОН	60
Мачидов О.Ш. ТАШАККУЛИ РЕЛЕФИ ИМРӢЗА ДАР МОРЕНАҲОИ ПИРЯХИ ҚАЪРШУДА ДАР БОЛОИ КӢЛИ ЛАБИЧАӢ	74
Боқизода А.Б., ЮсуфӢ Т., Нормаҳмедова З.О. НАҚШИ ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ ЗАРАФШОН ДАР ТАШАККУЛИ ЗАХИРАҲОИ ОБ ВА ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ МИНТАҚА	80
Шарофиддинов С.С., Одинаев О.Б., Гулахмадов А.А. АРЗӢБИИ ПАРАМЕТРҲОИ МЕТЕОРОЛОГӢ ВА ГИДРОЛОГӢ ДАР ҲАВЗАИ ДАРӢИ ФУНТ АЗ РӢИ МУШОҲИДАҲОИ РӢИЗАМИНӢ	87
ЭНЕРГЕТИКА	
Махсумов И.Б., Исозода Д.Т., Давлатзода А.Н., Носиров И.С. УСУЛҲОИ АРЗӢБӢ ВА БЕҲТАРНАМОИИ ПАРАМЕТРҲОИ ДАСТГОҲИ БАРҚИИ ШАМОЛӢ	104
Исозода Д.Т., Махсумов И.Б., Давлатзода А.Н. ИСТЕҲСОЛИ ЭНЕРГИЯИ ТАҚСИМШУДА ВА ТАЪСИРИ ОН БА РЕҶАИ КОРИИ ШАБАКАИ БАРҚӢ	110
Абдуназаров С.С., Ҳакимов Д.Ш., Сафаров М.М., Улфатов С.Э. ТАҲЛИЛ ТАЛАФОТ, ОМИЛҲО ВА КАМ КАРДАНИ ОН ДАР ШАБАКАҲОИ БАРҚИИ ШИДДАТИ 6-10 кВ	117
Фазылов А.Р. БЕХАТАРИИ ИНШООТҲОИ ГИДРОТЕХНИКИИ ОБАНБОРҲОИ МАЧРОӢ	123
Нажмудинов Ш.З. ТАҲЛИЛИ ТЕХНИКИ ИҚТИСОДИИ МАСЪАЛАИ РУШДИ ВОБАСТАГИИ ЭНЕРГЕТИКИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	138

ЭКОЛОГИЯ

Ҳақдодов А.М., Амирзода О.Ҳ., Ҳақдод М.М. ТАҲИЯИ МОДЕЛИ СИСТЕМАИ ИТТИОЛОТИИ МОНИТОРИНГИ ЭКОЛОГИИ ҲАВОИ АТМОСФЕРАИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ	146
Ваҳобов Р.Р., Абдуллозода С.Ф. ФАРҚИЯТИ ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАЦИОНИИ АТМОСФЕРА ДАР МИНТАҚАҲОИ ГУНОГУНИ ТОҶИКИСТОН	154
Абдушукуров Ҷ.А., Шаймурадов Ф.И., Эмомов К.Ф., Бобозода С.Ф. АРЗЁБИИ ҲОЛАТИ ОБҲОИ РҶИЗАМИНИИ ВОДИИ ЯҒНОБ	163
Фазлиддини Н., Холназарова З.Д., Толибова У.О., Амирзода О.Ҳ. ХУСУСИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ СИФАТИ ОБ АЗ РҶИ НИШОНДИҲАНДАИ ТИРРАГӢ ДАР МИСОЛИ ДАРӢИ ВАРЗОБ	168
Азизов Р.О., Ҳочиев С.Қ. САМАРАНОКИИ КОАГУЛЯНТҲОИ ДАР АСОСИ ОҲАН ВА АЛЮМИНИЙ ДАР РАВАНДИ ТОЗА КАРДАНИ ОБИ ШАХТАВӢ АЗ МЕТАЛЛҲОИ ВАЗНИН ВА РАДИОАКТИВ	175
Абдуллозода С.Ф. (Абдуллоев С.Ф.), Умаров Н.Н., Раҳматзода М.Н., (Раҳмонов М.Н.) ТАЪСИРИ ПАРАМЕТРҲОИ МЕТРОЛОГӢ БА ҲОСИЯТИ ФИЗИКА-ХИМИЯВИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ ТАБИӢ РАСТАНИГӢ	184
Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Раҷабова А.С. МАСЪАЛАҲОИ ҲОЗИРАЗАМОНИ КАТАЛИЗИ ЭКОЛОГӢ	196
Сосин П.М., Мирбозхонова Н., Гуломҷонов И., Муратов Ф., Ҳомидов М. ТАЪСИРИ ЗАМИНИСТИФОДАБАРӢ БА РУШДИ РАВАНДҲОИ ЭРОЗИЯ ДАР НИШЕБЗАМИНҲО	200

СОДЕРЖАНИЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Пулатов Я.Э., Кариева Ф.А., Худоназарова М.Д. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В ТАДЖИКИСТАНЕ: ГЕНДЕРНЫЙ КОМПОНЕНТ	9
Абдусаматов М., Рахматиллоев Р., Амирзода О.Х., Акрамов А. ПЕРЕХОД НА БАССЕЙНОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ПОДБАССЕЙНА НИЖНИЙ ВАХШ	19
Мухибуллоев Н.М., Шарифзода Ш., Саидов Ш., Амирзода О.Х. ОЦЕНКА СРЕДНЕМНОГОЛЕТНЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТА БАССЕЙНА РЕКИ КАФИРНИГАН	30
Кариева Ф.А., Халилов Д., Курбон Н.Б. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ЧАСТИ УЩЕЛЬЯ РЕКИ ВАРЗОБ	37
Каюмов А.К., Шомахмадов А.М., Сафаров М.Т. ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОСНОВНЫХ БАССЕЙНАХ РЕК ТАДЖИКИСТАНА ЗА ЗИМНИЙ ПЕРИОД И НАЧАЛО ВЕСНЫ 2017-2022 гг.	44
Шомахмадов А., Бокизода А.Б., Каюмов А.К., Амиров У. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНОВ РЕК ШАХИ САФЕД И ДИХАДАНГ В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ ЗЕРАВШАН	60
Маджидов О.Ш. СОВРЕМЕННОЕ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ В МОРЕНАХ ПОГРЕБЁННОГО ЛЕДНИКА НАД ОЗЕРОМ ЛАБИДЖАЙ	74
Бокизода А.Б., Юсуфи Т., Нормухмедова З.О. ВКЛАД ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ТЕРРИТОРИИ	80
Шарофиддинов С.С., Одинаев О.Б., Гулахмадов А.А. ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ГУНТ ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	87
ЭНЕРГЕТИКА	
Махсумов И.Б., Исозода Д.Т., Давлатзода А.Н., Носиров И.С. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	104
Исозода Д.Т., Махсумов И.Б., Давлатзода А.Н. РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РЕЖИМ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	110
Абдуназаров С.С., Хакимов Д.Ш., Сафаров М.М., Улфатов С.Э. АНАЛИЗ ПОТЕРЬ, ФАКТОРОВ И ИХ СНИЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 кВ	117
Фазылов А.Р. БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ РУСЛОВЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ	123

Нажмуудинов Ш.З. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОПРОСА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН	138
--	-----

ЭКОЛОГИЯ

Хакдодов А.М., Амирзода О.Х., Хакдод М.М., ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗ-ДУХА ДЛЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ	146
Вахобов Р.Р., Абдуллозода С.Ф. ИЗМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ТАДЖИКИСТАНА	154
Абдушукуров Д.А., Шаймурадов Ф.И., Эмомов К.Ф., Бобозода С.Ф. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДОЛИНЫ ЯГНОБ	163
Фазлиддини Н., Холназарова З.Д., Толибова У.О., Амирзода О.Х. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МУТНОСТИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ВАРЗОБ	168
Азизов Р.О., Ходжиев С.К. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ШАХТНОЙ ВОДЫ ОТ ТЯЖЕЛЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ	175
Абдуллозода С.Ф. (Абдуллоев С.Ф.), Умаров Н.Н., Рахматзода М.Н., (Рахмонов М.Н.) ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	184
Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Раджабова А.С. ХИМИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ЗАЩИТУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	196
Сосин П.М., Мирбозхонова Н., Гуломджанов И., Муратов Ф., Хомидов М. ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ	200

TABLE OF CONTENTS

WATER RESOURCES

Pulatov Y.E., Karieva F.A., Hudonazarova M.D. WATER AND LAND RESOURCES MANAGEMENT IN TAJIKISTAN: THE GENDER COMPONENT	9
Abdusamatov M., Rahmatilloev R., Amirzoda O.H., Akramov A. TRANSITION TO BASIN MANAGEMENT OF WATER RESOURCES OF THE LOWER VAKHSH SUB-BASIN	19
Mukhibulloev N.M., Sharifzoda Sh., Saidov Sh., Amirzoda O.Kh. ASSESSMENT OF LONG-TERM AVERAGE PRECIPITATION CHANGES USING THE METHOD OF MATHEMATICAL STATISTICS BASED ON DATA FROM THE HYDROPOST IN THE KAFIRNIGAN RIVER BASIN	30
Karieva F.A., Khalilov D., Kurbon N.B. CLIMATIC FEATURES OF THE UPPER AND MIDDLE PART OF THE VARZOB RIVER GORGE	37
Kayumov A.K., Shomahmadov A.M., Safarov M.T. STUDYING THE RELATIONSHIP OF METEOROLOGICAL PARAMETERS AND SNOW COVER IN THE MAIN RIVER BASINS OF TAJIKISTAN FOR THE WINTER PERIOD AND THE BEGINNING OF SPRING 2017-2022	44
Shomahmadov A., Bokizoda A.B., Kayumov A.K., Amirov U. STUDY OF GLACIERS IN THE SHAKHI SAFED AND DIKHADANG RIVER BASINS IN THE UPPER REACH OF THE ZERAFSHAN RIVER	60
Majidov O.Sh. RECENT RELIEF FORMATION IN THE MORAINES OF A BURIED GLACIER ABOVE LAKE LABIJAY	74
Bokizoda A.B., Yusufi T., Normakhmedova Z.O. THE CONTRI-BUTION OF THE GLACIERS OF THE ZERAVSHAN RIVER BASIN TO THE FORMATION OF WATER AND ENERGY RE-SOURCES OF THE TERRITORY	80
Sharofiddinov S.S., Odinaev O.B., Gulakhmadov A.A. ASSISMENT OF HYDROCLIMATIC PARAMETERS IN THE GUNT RIVER BASIN BASED ON GROUND-BASED OBSERVATION	87
ENERGETICS	
Makhsumov I.B., Isozoda D.T., Davlatzoda A.N., Nosirov I.S. METHODS OF EVALUATION AND OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF WIND POWER PLANTS	104
Isozoda D.T., Makhsumov I.B., Davlatzoda A.N. DISTRIBUTED GENERATION AND ITS INFLUENCE ON THE MODE OF OPERATION OF THE ELECTRIC NETWORK	110
Abdunazarov S.S., Khakimov D.Sh., Safarov M.M., Ulfatov S.E. ANALYSIS OF LOSSES, FACTORS AND THEIR REDUCTION IN ELECTRICAL NETWORKS WITH VOLTAGE 6-10 kV	117
Fazylov A.R. SAFETY OF HYDRAULIC STRUCTURES OF CHANNEL RESERVOIRS	123

Najmudinov Sh.Z. TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE ISSUE OF DEVELOPMENT OF ENERGY DEPENDENCE OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN	138
---	-----

ECOLOGY

Haqdodov A.M., Amirzoda O.Kh., Haqdod M.M. DESIGN OF A MODEL OF INFORMATION SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL AIR MONITORING FOR THE CITY OF DUSHANBE	146
--	-----

Vakhobov R.R., Abdullozoda S.F. CHANGES IN RADIATION CHARACTERISTICS OF THE ATMOSPHERE IN DIFFERENT REGIONS OF TAJIKISTAN	154
---	-----

Abdushukurov D.A., Shaimuradov F.I., Emomov K.F., Bobozoda S.F. ASSESSMENT OF THE STATE OF SURFACE WATERS IN THE YAGNOB VALLEY	163
--	-----

Fazliddini N., Kholnazarova Z.D., Tolibova U.O., Amirzoda O.Kh. FEATURES OF WATER QUALITY CHANGES IN TERMS OF TURBIDITY INDICATORS: A CASE STUDY OF THE VARZOB RIVER	168
--	-----

Azizov R.O., Hojiev S.K. EFFECTIVENESS OF COAGULANTS BASED ON IRON AND ALUMINUM IN THE PROCESS OF PURIFYING MINE WATER FROM HEAVY AND RADIOACTIVE METALS	175
--	-----

Abdullozoda S.F. (Abdulloev S.F.), Umarov N.N., Rahmatzoda M.N. (Rahmatov M.N.) THE AFFECT OF METEOROLOGICAL PARAMETERS UPON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF NATURAL VEGETABLE COMPOUNDS	184
---	-----

Juraev T.D., Gazizova E.R., Rajabova A.C. MODERN PROBLEMS OF ECOLOGICAL CATALYSIS	196
---	-----

Sosin P.M., Mirbozkhonova N., Gulomjonov I., Muratov F., Khomidov M. THE INFLUENCE OF LAND USE ON THE DE-VELOPMENT OF EROSION PROCESSES ON SLOPE LANDS	200
--	-----

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В ТАДЖИКИСТАНЕ: ГЕНДЕРНЫЙ КОМПОНЕНТ

Пулатов Я.Э., Кариева Ф.А., Худоназарова М.Д.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация: В данной статье говорится о гендерной политике в области водно-земельных ресурсов. На сегодняшний день основными гендерными проблемами, связанными с водой выступает, прежде всего, влияние улучшенного доступа к питьевому водоснабжению на удовлетворение практических потребностей женщин, включая решение проблем, связанных с санитарией и гигиеной, уменьшение женских бытовых обязанностей, которые все еще отражаются на их способности заниматься производственной деятельностью, а также расширение прав женщин. Решение данных проблем требует комплексного, а не отраслевого подхода.

В этой связи, внедрение новых форм управления водными ресурсами создает возможность для новой динамики и открывает новые пути привлечения женщин к этому процессу.

Управление водой, одним из самых стратегических природных ресурсов в Таджикистане, доступ к которому в некоторых областях является конкурентоспособной и вызывает конфликты, должно осуществляться с учетом интересов всех слоев общества, включая женщин.

Некоторые сельские местности не имеют слаженную водопроводную систему. Именно поэтому, возникают проблемы с решением вопроса воды и санитарии. В этом аспекте наиболее уязвимыми окажутся женщины и дети.

В связи с этим, Правительство Республики Таджикистан предпринимает конкретные шаги по улучшению водоснабжения, гигиены и санитарии, а также доступа женщин к общественному здравоохранению, в частности, в сфере снижения уровня заболеваемости и смертности детей из-за инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: гендерное равенство, Президент Республики Таджикистан, Постановления РТ, политическая и правовая база, водно-земельные ресурсы, питьевое водоснабжение, санитария и гигиена, коллективное хозяйство, экономический кризис.

Одним из главных компонентов сегодняшней глобальной повестки дня, связанных с вопросами гендера, является водная тематика, которая согласно итоговому документу Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию «Рио+20» (2012) «Будущее, которого мы хотим», играет ключевую роль в достижении Целей устойчивого развития [1].

Понятие «Гендера» и «Интегрированное управление водными ресурсами» являются относительно новыми как для специалистов-водников, так и широкой общественности [2]. Вместе с тем, внедрение гендерных перспектив в управление водными ресурсами было признано во многих двусторонних и многосторонних документах на различном уровне:

- Международная конференция по водным ресурсам (Мар-дель-Плата, 1977);
- Международная конференция по населению и развитию (1994, Каир);
- Четвертая Всемирная конференция женщин (1996, Пекин),
- Саммит Тысячелетия ООН (2000, Нью-Йорк),
- Всемирный саммит по устойчивому развитию (2002).
- ...Бонн (2001 г.), Гаага (2002 г.) и Киото (2003 г.).

Известно, что основные принципы ИУВР основываются и вытекают из Дублинских принципов. Международной конференции по водным ресурсам и окружающей среде (1992 г., Дублин, Ирландия), одобрил 4 принципа в области

управления водными ресурсами и одним из важных принципов гласит «Женщины играют центральную роль в обеспечении, управлении и экономии воды» [3, 4].

В итоговых документах «Повестки дня на 21 век» содержатся ссылки на участие, развитие потенциала, образование и мобилизацию женщин как лиц, принимающих решения, и управленцев водных ресурсов и санитарии. В Декларации Рио отмечают: «Женщины играют жизненно важную роль в экологическом управлении и развитии. Следовательно, активное участие женщин является существенным в достижении устойчивого развития» [5, 6, 7, 8].

Одним из главных достижений Республики Таджикистан (РТ) в области гендерного равенства и осуществления Пекинской декларации и Платформы действий (1995) является без сомнения, разработка и принятие политики и законодательства в области гендерного равенства и продвижения прав женщин.

Принятая в 1994 году всенародным референдумом Конституция РТ закрепила в статье 17 основополагающий принцип равенства. Права человека и основные свободы гарантируются государством, независимо от его национальности, расы, пола, языка, вероисповедания, политических убеждений, образования, социального и имущественного положения. Эта же статья также устанавливает равноправие мужчин и женщин.

- В 1998 году Правительством РТ был принят **Национальный План действий по повышению роли и статуса женщин на 1998 – 2005 годы**.
- В 1999 году Президент РТ издал Указ «О повышении роли женщин в обществе». В этом Указе Президент РТ поручил разработать программу о роли женщин в обществе, назначать женщин на должности руководящего состава министерств и ведомств, усилить борьбу с насилием в отношении жен-

щин, многоженством и ограничением прав и свобод женщин и девушек, а также усилить подготовку кадров из числа женщин по таким профессиям как агроном, экономист, инженер, врач и учитель [9].

- В 2001 году была утверждена Государственная программа «**Основные направления государственной политики по обеспечению равных прав и возможностей мужчин и женщин в Республике Таджикистан на 2001-2010 гг.**» [10].
- В 2001 году с целью эффективной реализации **Президентской квоты на 2001-2005 годы** для получения высшего образования из числа девушек принято Постановление правительства, которое утвердило размер квот для девушек из отдаленных горных регионов.
- В 2010 Постановлением Правительства вновь было продолжение использование такого механизма как **квота Президента Республики Таджикистан для девушек** из отдаленных регионов для поступления в высшие учебные заведения.
- В 2005 году в РТ был принят Закон РТ «**О государственных гарантиях равных прав и возможностей мужчин и женщин**». Новшеством данного закона явилось введение в законодательство РТ таких понятий как гендер, гендерная политика, гендерное равенство, равные возможности [11].
- Для обучения и продвижения женщин – руководителей разработана государственная Программа «**Воспитание, подбор и расстановка руководящих кадров Республики Таджикистан из числа способных женщин и девушек на 2007-2016 годы**».
- В 2011 году была принята «**Национальная стратегия активизации роли женщин в Республике Таджикистан на 2011 -2020 годы**».
- В 2013 году после почти 10-летнего обсуждения принят Закон РТ «**О преду-**

преждеднии насилия в семье в Республике Таджикистан».

- В 2014 году Правительством РТ принята «Государственная программа по предупреждению насилия в семье в Республике Таджикистан на 2014 – 2023 годы».

Таджикистан, как страна-инициатор важных «водных» резолюций Генеральной Ассамблеи ООН, активно и последовательно продвигает водный вопрос на глобальном уровне, и вопросы гендерного равенства и участия женщин в этом процессе занимают особое место.

Всемирно известны инициативы Президента Республики Таджикистана об объявлении: Международным годом пресной воды, 2003г.; Международным десятилетием действий «Вода для жизни» 2005-2015гг., Международным годом водного сотрудничества, 2013г; Международным десятилетием действий «Вода для устойчивого развития», 2018-2028гг; 2025 года – Международным годом охраны ледников. Эти инициативы позволили обратить внимание всех стран мира на все возрастающие и усложняющиеся водные проблемы. Ключом к решению существующих водных проблем в регионе Центральной Азии является добрососедское, дружественное и взаимовыгодное сотрудничество.

На сегодняшний день основными гендерными проблемами, связанными с водой выступают, прежде всего, влияние улучшенного доступа к питьевому водоснабжению на удовлетворение практических потребностей женщин, включая решение проблем, связанных с санитарией и гигиеной, уменьшение женских бытовых обязанностей, которые все еще отражаются на их способности заниматься производственной деятельностью, а также расширение прав женщин. Решение данных проблем требует комплексного, а не отраслевого подхода.

В этой связи, внедрение новых форм управления водными ресурсами создает возможность для новой динамики и открывает новые пути привлечения женщин к этому процессу.

Управление водой, одним из самых стратегических природных ресурсов в

Таджикистане, доступ к которому в некоторых областях является конкурентоспособной и вызывает конфликты, должно осуществляться с учетом интересов всех слоев общества, включая женщин.

Некоторые сельские местности не имеют слаженную водопроводную систему. Именно поэтому, возникают проблемы с решением вопроса воды и санитарии. В этом аспекте наиболее уязвимыми окажутся женщины и дети.

В связи с этим, Правительство Республики Таджикистан предпринимает конкретные шаги по улучшению водоснабжения, гигиены и санитарии, а также доступа женщин к общественному здравоохранению, в частности, в сфере снижения уровня заболеваемости и смертности детей из-за инфекционных заболеваний.

Справочно: согласно проведенных обследований со стороны ГУП «ЖКХ» доступ населения Республики Таджикистан к услугам канализации имеют 80,0% городского, 18,2% поселков и 0,2% населения сельской местности.

Отсутствие системы канализации создают дополнительные трудности, связанные с решением санитарно-гигиенических вопросов, население не имеет возмож-

ности строительства благоустроенных санузлов, бани душевых, прачечных и других сантехнических коммуникаций. Отсутствие канализации и водостока на-

прямоу увеличивает нагрузку на женщин в домашней работе.

Для достижения гендерного равенства в области доступа к безопасной питьевой воде необходимо отметить, что процесс водоподготовки и транспортировки воды

до потребителей посредством трубопроводов имеет немаловажное санитарно-гигиеническое значение, так как безопасная вода является залогом здорового образа жизни особенно женщин и детей.

Справочно: к постоянному централизованному питьевому водоснабжению имеют доступ 87,0% населения проживающих в городах, 61,5 % населения проживающих в поселках городского типа и 43,4% населения проживающих в сельской местности. В настоящее время часть населения сельской местности потребляют воду из групповых уличных колонок водоснабжения. При сложившейся ситуации в сельской местности вся тяжесть доставки воды до домохозяйств (на расстояние более 100-200 метров) и его примитивное обеззараживание ложится на плечи женщин.

Вопросы водопользования в Республике Таджикистан регулируются в соответствии с Водным кодексом Республики Таджикистан (2006, 2020) и другими нормативными правовыми актами. Тем не менее, Кодекс требует гендерной экспертизы.

Водный Кодекс обязует водопользователей рационально использовать водные объекты, заботиться об экономном расходовании воды, восстановлении и улучшении качества вод и принимать возможные меры к полному прекращению сброса в водные объекты сточных вод, содержащих загрязняющие вещества. Однако, не существует регулирующего механизма, который бы гарантировал рациональное распределение между различными социальными группами и методы коррекции поведения водопользователей. Например, сезонность доступа к воде, соглашения с различными коммерческими структурами, и т.д.

Большая часть населения Республики Таджикистан проживает в сельской местности и в сельском хозяйстве в основном работают женщины. Исходя из этого, одним из актуальных задач повышения роли женщин в сельской местности является обеспечение доступа женщин к водным ресурсам и управлению ими.

Известно, что в последние годы увеличивается число женщин-руководителей ассоциации водопользователей.

Заслуга этих женщин заключается в том, что они смогли организовать свои объединения, мобилизовать женские инициативы для улучшения доступа к водным ресурсам, координировать совместные усилия для улучшения существующих ирригационных систем и реконструкции ныне существующих.

Результатом их деятельности стало, прежде всего, улучшение их экономического положения, путем эффективного использования водных ресурсов, своевременного полива и регулирования водоснабжения.

Роль женщин в сельскохозяйственной деятельности

Сельскохозяйственная деятельность является фактом жизни для многих людей в Таджикистане. У сельских домохозяйств, как правило, есть небольшие земельные участки или приусадебные огороды недалеко от дома, а также они имеют доступ к другим видам земли:

президентская земля (которая находится дальше от дома и возможно не орошается), участок земли в коллективном хозяйстве или независимом дехканском хозяйстве. Мужчины и женщины могут

работать на любом из этих земельных участков. В то время как формально в сельском хозяйстве занято почти равное число мужчин и женщин, доля женщин, работающих в этом секторе, все же выше (по оценкам, около 75% всех занятых в сельском хозяйстве).

Факторы и причины: С распадом Советского Союза коллективные хозяйства перестали существовать, оставив сельскому населению меньше возможностей для трудоустройства. В то время как мужчины мигрировали за границу в поисках заработка, женщины заполнили низкооплачиваемые рабочие места в сельском хозяйстве. Кроме того, глобальный экономический кризис, по всей видимости, заставил больше женщин заниматься сельскохозяйственной деятельностью из-за растущих цен.

Кроме того, очень важно различать разные способы, которыми женщины могут быть привлечены в сельскохозяйственные работы, как в форме формальной занятости, так и в других формах.

Согласно оценке, женщины чаще, чем мужчины работают в крупных коллективных хозяйствах в качестве основного рода занятий. У мужчин есть больше возможностей само занятости в несельскохозяйственном бизнесе.

На самом деле, эксперты по гендерным вопросам указывают на сектор сельского хозяйства как на один из самых «эксплуататорских» для женщин. Гендерный дисбаланс в доступе и контроле над производственными ресурсами, ограниченное участие в принятии решений и дискриминация также присущи сельскохозяйственному сектору. Большую озабоченность вызывает очень низкий уровень представительства женщин в качестве обладательниц с/х имущественных прав или лиц, принимающих решения.

Женщины часто не знают о том, что им как членам коллективного хозяйства предоставляются равные права, и поэ-

тому они не предъявляют иски собственности на право владения землей. Кроме того, женщины имеют меньше источников информации и владеют меньшими знаниями, чем мужчины, о земельной реструктуризации. Таким образом, более 25% опрошенных женщин заявили, что у них не было никаких источников информации на эту тему.

Обследование 1800 фермеров показало, что у женщин чаще, чем у мужчин не хватает профессиональной подготовки, и, в частности у них не было профессионально-технического образования (19.3% мужчин по сравнению с 7.9% женщин), а также высшего образования (5.1% мужчин и 2.2% женщин) по сельскому хозяйству. Даже среди руководителей дехканских хозяйств, образовательный уровень женщин значительно ниже, чем у мужчин.

Сельскохозяйственная работа является средством выживания для многих женщин, но она также характеризуется низкой оплатой труда, тяжелым физическим трудом и вредными условиями труда. Согласно национальной статистике, соотношение заработной платы женщин к заработной плате мужчин в сельском хозяйстве в среднем составило 57%, низкая и нерегулярная оплата труда женщин очень распространена. Женщины, работающие в совместных хозяйствах, зарабатывают меньше, чем мужчины. Из-за устаревшего и вышедшего из строя сельскохозяйственного оборудования, «женщины выполняют большую часть работы вручную, а также женщины и девочки должны регулярно носить тяжелые грузы на расстояние нескольких километров из-за нехватки транспорта». Во время посевного сезона, женщины могут проводить по 18 часов в день, выполняя ручной труд.

Гендер и управление водными ресурсами.

Для многих женщин-фермеров надежный доступ к воде является одной из основных проблем. Несмотря на обиль-

ные реки и ледники Таджикистана, водная инфраструктура страны, как ирригационная, так и питьевая, ухудшилась с советского времени, что привело к парадоксальной ситуации: “многие районы сталкиваются с нехваткой воды для орошения и личного потребления, но, в то же самое время, сельское население и сельское хозяйство страдают от повышения уровня грунтовых вод и засоленности почвы”.

В целом по стране, многие сельские домохозяйства пользуются неулучшенными источниками воды (28%), но даже среди тех, которые имеют доступ к улучшенным источникам водоснабжения, немногие пользуются водой, подаваемой насосами. Используют воды каналов, ручье и рек как на основные источники воды для участков, но они также используют воду из колодцев и родников для личного пользования. Некоторые также собирают дождевую воду.

Большинство сельских домохозяйств затрачивают менее 30 минут на дорогу за питьевой водой и обратно, но часто женщинам и девушкам приходится ходить за водой четыре-пять раз в день, если они несут воду в емкостях, некоторым приходится преодолевать несколько километров.

Говорят, что женщины знают цену воде, в то время как мужчины тратят воду в доме менее рационально.

Роли женщин в организации сбора и доставки воды для домохозяйства не придан формальный статус в сообществе. Реструктуризация сельскохозяйственного сектора привела к необходимости создания системы управления водными ресурсами, и в 2006 году был принят Закон об ассоциациях водопользователей. Ассоциации водопользователей (АВП) регулируют потребление воды, занимаются сбором платы за воду и разрешением конфликтных ситуаций, связанных с водными ресурсами. Несмотря на то, что

большое количество мужчин отсутствует в сельской местности, так как они находятся на заработках за границей, женщины, как правило, не так активны в АВП: “Большинство: женщин избегают активного участия в принятии решений, что препятствует их включению в структуры АВП. Женщины не принимают участия в общинных инициативах по водопользованию в той степени, которое было бы пропорциональным их бремени поддержания средств существования, растущему числу домохозяйств, возглавляемых женщинами, или их прямому интересу в улучшении водоснабжения”. В АВП были приняты не все водопользователи, а также эти ассоциации “обслуживают в основном своих членов, преимущественно состоящих из мужчин владельцев/руководителей хозяйств и представителей джамоатов”. физической силы. Однако, исследование, проведенное в Согдийской области, задокументировало несколько способов, благодаря которым женщины оказались больше вовлечены в управление водными ресурсами на местном уровне, хотя в неофициальной форме или неоплачиваемой работы. В некоторых кишлачных поселениях и дехканских хозяйствах женщины брали на себя роль мироба, так как мужчины, в основном, отсутствовали, и на данный вид работы был спрос. Кроме того, увеличение количества домохозяйств, возглавляемых женщинами, наряду с традиционной и в силу религиозных убеждений дистанцией, которую держат женщины с теми, кто не является близким родственником.

Обеспечение продовольственной безопасности и доступ населения к качественному питанию.

Основные приоритеты:

- ✓ углубление аграрной реформы с целью формирования и развития высокопродуктивного сельскохозяйственного производства;

- ✓ обеспечение устойчивого доступа сельхозпредприятий к финансовым и кредитным ресурсам;
 - ✓ улучшение инфраструктуры и материально-технического обеспечения сельского хозяйства;
 - ✓ преодоление низкого уровня продовольственной самообеспеченности и повышение уровня продовольственной безопасности, и улучшение качества питания.
- Отдельные гендерные задачи с фокусом на гендер и направления действий для достижения основных приоритетов:**
- ✓ регулярное проведение мониторинга и оценки аграрной реформы с использованием гендерных индикаторов;
 - ✓ совершенствование политики дехканских хозяйств;
 - ✓ развитие сети сельскохозяйственных кооперативов;
 - ✓ разработка механизма предоставления краткосрочных, среднесрочных, долгосрочных и льготных кредитов сельскохозяйственным производителям, развития кредитных кооперативов;
 - ✓ внедрение нового механизма финансирования сельского хозяйства.
 - ✓ создание и развитие сервисных кооперативов, и обеспечение информированности сельскохозяйственных производителей;
 - ✓ рациональное использования земельно-водных ресурсов и разработки мер по осведомлению общественности об экологическом состоянии земельно-водных ресурсов;
 - ✓ организации системы равноправного и своевременного доступа сельскохозяйственных производителей к водным ресурсам для полива.
- Дальнейшие действия.
- В целях отслеживания реализации приоритетов и задач по обеспечению продовольственной безопасности с фокусом на гендер необходимо:
- Проведение гендерного анализа развития сельского хозяйства и разработка рекомендаций по внедрению гендерных подходов в аграрную реформу (в партнерстве с Агентством по статистике при Президенте РТ).
 - Расширение перечня публикуемых статистических данных по гендерным проблемам сельского хозяйства, роли женщин в обеспечении продовольственной безопасности домохозяйств, общин и другим гендерным аспектам доступа к ресурсам.
 - Разработка обучающих программ и учебных материалов для женщин и мужчин фермеров, ориентированных на местные альтернативные системы земледелия и на водные системы для наращивания потенциала по управлению земельными и водными ресурсами.
 - Наращивание потенциала женщин-фермеров по хранению и маркетингу сельскохозяйственной продукции для ее реализации на местных рынках.
 - Поддержка женских водных комитетов на селе для выявления и управления альтернативными природными водными источниками, включая пилотные проекты по смягчению последствий климатических изменений.
 - Вовлечение женщин и неправительственных организаций в проведение мониторинга и оценки ситуации с продовольственной безопасностью, влиянием изменения климата на сельское хозяйство, со снижением уязвимости женщин к природным и другим видам стихийных бедствий.
 - Усиление работы по продвижению женщин в органы управления аграрным сектором и их вовлечение в процессы принятия и реализации решений.
 - Реализация комплекса мер по повышению информированности населения

- о правах на экономические ресурсы, о компонентах проводимой аграрной реформы, о возможностях и преимуществах различных видов фермерских хозяйств, сельскохозяйственных кооперативов.
- Целесообразно проведение широких информационных кампаний с широким вовлечением в них женщин по разъяснению новых положений Земельного кодекса РТ, включая положения о распространении режима совместно нажитого имущества в браке на право отчуждения права пользования земельным участком.
 - Повышение конкурентоспособности женщин на основе использования различных форм подготовки специалистов в области сельского хозяйства, создания постоянно действующих программ по повышению потенциала женщин в области новых систем финансирования, технологий выращивания агрокультур, использования инновационных технологий и т.д.
 - вовлечения женщин в процессы разработки и реализации программ по устойчивому развитию местных общин и др. вопросов.
 - Для реализации приоритета Национальной стратегии развития (НСР-2030) «Обеспечение продовольственной безопасности и доступ населения к качественному питанию» в ПСР 2016-2020 в рамках деятельности по укрупнению дехканских фермерских хозяйств, укреплению среднего класса и преодоления гендерного неравенства в аграрном секторе и поддержки женщин в сельском хозяйстве необходимо принять новую программу и комплекс мер.
 - Социальное и экономическое неравенство между женщинами и мужчинами подрывает продовольственную безопасность, сдерживает экономический рост и прогресс в сельском хозяйстве.
 - Женщины должны иметь не только равный доступ к земле и другим ресурсам, но и реальный контроль над ними, предполагающий возможность оказывать реальное воздействие на принятие решений в отношении актуальных проблем.
 - Налицо гендерный дисбаланс в кадровом составе органов сельского хозяйства, землеустройства и других профильных структурах. Согласно данным официальной статистики доля женщин на 1 января 2014 года среди госслужащих, занятых в Министерстве сельского хозяйства РТ составляла 17%, в Министерстве мелиорации и водных ресурсов РТ – 15%, Госкомитета по землеустройству и геодезии - 22%. Незначительно женщины представлены в районных управлениях сельского хозяйства, земельных комитетах, комиссиях по реорганизации хозяйств, распределению земли.
 - Не уделяется должного внимания координации деятельности различных ведомств по реализации мер развития сельского хозяйства в контексте изменения климата.
 - На фоне преобладания женщин в сфере сельского хозяйства и в условиях высокого уровня эрозии почвы в Таджикистане, деградации земель, неэффективной системы орошения, в сочетании с повышенной засушливостью региона и неравномерного распределения атмосферных осадков как никогда возрастает роль женщин при реализации задач по достижению ЦУР 13 (Борьба с изменением климата).
- Литература**
1. Национальный обзор Республики Таджикистан по осуществлению Пекинской декларации и Платформы действий (1995 года) и итоговых документов двадцать третьей специальной сессии Генеральной Ассамблеи (2000 года) в контексте двадцатой годовщи-

- ны четверной Всемирной конференции по положению женщин и принятия Пекинской Декларации и Платформы действий в 2015 году. Душанбе, 2010, 69с.
2. Зиганшина Д.Р. Гендерные аспекты в управлении земельно-водными ресурсами в Центральной Азии. НИЦ МКВК. Ташкент, 2007, 120с.
 3. Пулатов Я.Э. Гендерные аспекты интегрированного управления водными ресурсами. Сборник отчетов гендерных исследований в республиках ЦА и Кавказа, Ташкент, 2005, с 89-104
 4. Пулатов Я.Э. Проект национального плана действий по переходу к ИУВР. Национальный доклад по GWP SACENA, Бишкек, 2006, 124с.
 5. Пулатов Я.Э. Анализ состояние водных экосистем Республики Таджикистан. Кн. «Проблемы сохранение внутренних вод Центральной Азии и Южного Кавказа» Алматы, 2006, с.118-122
 6. Пулатов Я.Э. Проблемы регионально-го водного сотрудничество и пути их решение. Элекбибл. CWP, Стокгольм (Швеция), 2006. www.qwrforum.org , 2006
 7. Пулатов Я.Э. Теоретические аспекты ИУВР. Материалы тренинга по «ИУВР в бассейнах рек Таджикистана», ТаджикНИИГиМ, Душанбе, 2019, 45с.
 8. Пулатов Я.Э. Расулзода Кохир. Интегрированное управление водными ресурсами: проблемы и перспектива. Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского госуниверситета права, бизнеса и политики», №1(49), 2012, Худжанд, 2012. С12-21
 9. Указ «О повышении роли женщин в обществе». Душанбе, 1999.
 10. Государственная программа «Основные направления государственной политики по обеспечению равных прав и возможностей мужчин и женщин в Республике Таджикистан на 2001-2010 гг.». Душанбе, 2001.
 11. Закон РТ «О государственных гарантиях равных прав и возможностей мужчин и женщин». Душанбе, 2005.

ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҶОИ ОБУ ЗАМИН ДАР ТОҶИКИСТОН: ҶУЗЪИ ГЕНДЕРӢ

Пулатов Я.Э., Кориева Ф.А., Худоназарова М.Д.

Аннотатсия: Дар ин мақола дар бораи сиёсати гендерӣ дар соҳаи захираҳои об ва замин сухан меравад. Имрӯзҳо мушкилоти асосии гендерии марбут ба об, пеш аз ҳама, таъсири дастрасии беҳтар ба таъминоти оби нӯшокӣ ба қонеъ кардани ниезҳои амалии занон, аз ҷумла ҳалли масъалаҳои марбут ба санитария ва гигиена, қоҳиши додани ӯҳдадорихои хонагии занон мебошанд, ки то ҳол ба қобилияти онҳо дар фаъолияти истеҳсоли ва инчунин тавсеаи ҳуқуқи занон таъсир мерасонанд. Ҳалли ин мушкилот муносибати ҳамаҷониба ва на соҳавиро талаб мекунад. Дар робита ба ин, ҷорӣ намудани шаклҳои нави идоракунии захираҳои об барои динамикаи нав имконият фароҳам меорад ва роҳҳои нави ҷалби занонро ба ин раванд мекушояд. Идоракунии об, яке аз захираҳои стратегии табиӣ дар Тоҷикистон, ки дастрасӣ ба он дар баъзе соҳаҳо рақобатпазир буда, боиси низоъ мегардад, бояд бо дарназардошти манфиатҳои тамоми қишрҳои ҷомеа, аз ҷумла занон амалӣ карда шавад. Баъзе деҳот системаи обтаъминкунӣ надоранд. Аз ин рӯ, дар ҳалли масъалаи об ва санитария мушкилот ба миён меояд. Аз ин ҷиҳат, занон ва кӯдакон осебазиртарин ҳоҳанд буд. Дар робита ба ин, Ҳуқумати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои беҳтар намудани таъминоти об, гигиена ва санитария, инчунин дастрасии занон ба соҳаи тандурустии ҷамъиятӣ, аз ҷумла дар соҳаи паст кардани сатҳи беморӣ ва фавти кӯдакон аз сабаби бемориҳои сироятӣ чораҳои мушаххас меандешад.

*Калидвожаҳо: баробарии гендерӣ, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Қарорҳои ҚТ, зами-
наи сиёсӣ ва ҳуқуқӣ, захираҳои обу замин, обтаъминкунии нӯшоқӣ, санитария ва гигиена, хоҷагии
дастачамъӣ, бӯҳрони иқтисодӣ.*

WATER AND LAND RESOURCES MANAGEMENT IN TAJIKISTAN: THE GENDER COMPONENT

Pulatov Y.E., Karieva F.A., Hudonazarova M.D.

Abstract: *This article talks about gender policy in the field of water and land resources. Today, the main gender issues related to water are, first of all, the impact of improved access to drinking water supply on meeting the practical needs of women, including solving problems related to sanitation and hygiene, reducing women's household responsibilities, which still affect their ability to engage in productive activities, as well as the empowerment of women. Solving these problems requires an integrated, rather than an industry-specific approach. In this regard, the introduction of new forms of water resources management creates an opportunity for new dynamics and opens up new ways to involve women in this process.*

Water management, one of the most strategic natural resources in Tajikistan, access to which in some areas is competitive and causes conflicts, should be carried out taking into account the interests of all sectors of society, including women. Some rural areas do not have a well-coordinated water supply system. That is why there are problems with solving the issue of water and sanitation. In this aspect, women and children will be the most vulnerable. In this regard, the Government of the Republic of Tajikistan is taking concrete steps to improve water supply, hygiene and sanitation, as well as women's access to public health, in particular in the field of reducing the incidence and mortality of children due to infectious diseases.

Keywords: *gender equality, President of the Republic of Tajikistan, Resolutions of the Republic of Tajikistan, political and legal framework, water and land resources, drinking water supply, sanitation and hygiene, collective farming, economic crisis.*

Сведения об авторах: Пулатов Яраш Эргашевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий Отделом «Управление водными ресурсами и водопользования» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, г. Душанбе, ул. Бофанда 5/2, тел.: 919947556, E-mail: tj_water@mail.ru; Кариева Фарангис Абдурахимовна – кандидат биологических наук, ученый секретарь Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, г. Душанбе, ул. Бофанда 5/2, тел.: 919337742, E-mail:karaeva-27@mail.ru; Худоназарова М.Д.– докторант Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, г. Душанбе, ул. Бофанда 5/2, E-mail: info@imoge.tj

Маълумот дар бораи муаллифон: Пулатов Яраш Эргашевич – доктори илмҳои кишоварзи, профессор, мудири Шуъбаи “Идоракунии захираҳои об ва обсарфанамоӣ” Иституту масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, ш. Душанбе, к. Бофанда 5/2, тел.: 919947556, E-mail: tj_water@mail.ru; Қориева Фарангис Абдурахимовна – номзади илмҳои биологӣ, котиби илмӣ Иституту масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, ш. Душанбе, к. Бофанда 5/2, тел.: 919337742, E-mail: karaeva-27@mail.ru; Худоназарова М.Д.– докторанти Иституту масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, ш. Душанбе, к. Бофанда 5/2, E-mail: info@imoge.tj

About the authors: Pulatov Y.E.- Doctor of agricultural sciences, Professor, Head of the Department "Water Resources Management and Water Use" of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, 5/2 Bofanda str., tel.: 919947556, E-mail: tj_water@mail.ru; Karieva Farangis Abdurahimovna – candidate of biological sciences, scientific secretary of the Institute of water problems, hydropower and ecology of National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Bofanda 5/2 street, tel.: 919337742, E-mail:karaeva-27@mail.ru; Hudonazarova M.D. – PhD student of the Institute of water problems, hydropower and ecology of National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe 5/2 Bofanda str., E-mail: info@imoge.tj

ПЕРЕХОД НА БАСЕЙНОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ПОДБАСЕЙНА НИЖНИЙ ВАХШ

Абдусаматов М.¹, Рахматиллоев Р.², Амирзода О.Х.¹, Акрамов А.²

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ,

²Аграрный университет Таджикистана имени Ш.Шотемура

Аннотация: В данной статье рассматривается нынешнее состояние управления водными ресурсами и проводимые реформы в отрасли водного хозяйства. Обосновывается переход на бассейновое управление водными ресурсами. Предлагаются варианты перехода от административно-территориального к гидрографическому принципу управления. Указывается на необходимость учета экологических факторов при переходе на бассейновое управление водными ресурсами подбассейна Нижней Вахш.

Ключевые слова: реформа, бассейновое управление, гидрографические единицы, магистральные каналы, эксплуатационные участки, ассоциация водопользователей, заповедник «Тигровая балка», эксплуатационный штат.

Проводимые реформы, в том, числе земельная реформа и внедрение принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в пилотных районах Хатлонской области были начаты в 1996 году.

Примером воплощения в жизнь земельной и водной реформ была реализация ряда проектов, среди них: «Проект приватизации сельского хозяйства в Таджикистана (2001-2005 гг.)»; «Проект управления водными ресурсами и структурой управления земельными ресурсами» (2005-2009 гг.); «Проект по обеспечению занятости населения для устойчивого сельского хозяйства и управления водными ресурсами (2013-2019 гг.)»; «Второй Проект по обеспечению занятости населения для устойчивого сельского хозяйства и управления водными ресурсами (2016-2019 гг.)».

Следует отметить, что мелиорация и ирригация являются важной составляющей сельскохозяйственного производства, продовольственной безопасности и занятости населения в сельской местности, в свою очередь, снижение уровня бедности в сельской местности тесно свя-

зано с устойчивым функционированием орошаемого земледелия.

Однако, проблема управления водными ресурсами и использование воды требует дальнейшего исследования. Еще полностью не сформированы организационные структуры бассейновых организаций, бассейновых системных управлений мелиорации и ирригации в пределах гидрографических единиц, комитеты каналов, комитеты по водоснабжению и водные комиссии. А также, полностью не внедрены принципы ИУВР и т.п.

Первый практический шаг по реформированию водного сектора был сделан принятием Указа Президента РТ от 19 ноября 2013 года №12 «О совершенствовании структуры исполнительных органов государственной власти Республики Таджикистан». На основе этого Указа, Правительство РТ от 27 февраля 2014г. №125 «Об Агентстве мелиорации и ирригации при Правительстве РТ» были утверждены Положение об Агентстве мелиорации и ирригации и его структура управления. Опыт прошедших лет управления водными ресурсами при орошении земель показал, что административно-территориаль-

ная структура управления мелиорацией и ирригацией в условиях рыночной экономики функционирует неэффективно.

Неэффективность выражается в несовершенстве ее экономической модели, подачи необходимого объема воды водопользователям, сложности планирования использования ирригационной воды и контроля дренажных вод, сложностью внедрения экономических методов управления мелиорацией и ирригацией, отсутствием механизмов обеспечения участия водопользователей в подготовке и принятии важных решений по планированию и управлению ирригационной водой.

В условиях рыночной экономической системы, оказание услуг ирригации и мелиорации должно базироваться на принципе «плата за воду» и «нет оплаты – нет

воды». Без внедрения этих принципов невозможно обеспечить покрытие затрат на эксплуатацию и содержание ирригационных и дренажных систем. В то же время, планирование водопользования должно включать элементы управления спросом на воду, а методика расчета и порядок назначения тарифов должны предусматривать полное покрытие затрат на эксплуатацию ирригационных систем.

Реформа водного сектора при переходе на бассейновое управление в первую очередь должна основываться на гидрографический принцип управления водными ресурсами и ставить свою основную задачу как обеспечение водой всех земледельцев, так и создание партнерского отношения к водопользователям и другим структурам[1, 3, 5].



Рисунок 1. Управление мелиорацией и ирригацией в Таджикистане по гидрографическому принципу

В новых условиях изменились взаимоотношения между государственным управлением водного хозяйства (ГУВХ) и водопользователями. Из года в год улучшается работа Ассоциации водопользователей (АВП), которая является промежуточным звеном между ГУВХ и АВП и Союза АВП (при их создании).

Основным принципом предлагаемого реформирования является передача всех несвойственных функций подразделений АМИ суб-подрядным организациям с тем, чтобы все, в том числе низовые подразделения сосредоточились на выполнении ограниченного перечня функций в решении практических задач.

Вместо нынешних 53 районных управлений мелиорации и ирригации могут быть созданы 19 Управлений мелиорации и ирригации (УМИ), которые охватывают целостные командные зоны ранее построенных оросительных и дренажных систем. Число и границы УМИ могут быть уточнены АМИ с участием заинтересованных сторон.

Международный опыт показывает, что наиболее эффективное планирование использования и охраны водных ресурсов могут быть реализованы в пределах природных гидрологических границ. Поэтому при определении границ единиц управления водными ресурсами, в качестве основы может быть использован гидрографический подход, приведенный в Программе реформы водного сектора на период 2016 – 2025 гг.

Что касается общей структуры управления мелиорацией и ирригацией, то в упрощенном виде она может быть представлена следующим образом: Центральный офис АМИ – Управление мелиорацией и ирригацией (УМИ) – Эксплуатационные участки (ЭУ). При этом УМИ могут обслуживать орошаемые земли нескольких административных районов.

Численность штата и квалификация работников УМИ определяется в зависимости от выполняемых функций, масштабов и размеров командной зоны управляемой оросительной и дренажной системами.

Это позволит улучшить планирование мелиоративных и ирригационных работ, создать условия и обеспечить участие водопользователей в процесс подготовки и принятия важных решений, касающихся их интересов, улучшить работу с АВП и Союзом АВП (при их создании) и позволит сократить управленческий аппарат.

В этой конфигурации, областные управления водного хозяйства (облводхозы) и районные управления (райводхозы) могут, быть преобразованы и персонал организаций, будет перераспределен между ними.

Управление мелиорации и ирригации должно быть подотчетно АМИ, являясь юридическим лицом, представляющим интересы АМИ на местах. Полное название УМИ будет включать название местной оросительной и ирригационной системы, например Вахшское УМИ (ВУМИ).

УМИ будет отвечать за реализацию стратегических программ АМИ и решать задачи мелиорации и ирригации в зоне ответственности.

Исходя, из заключения международных и национальных экспертов и одобренного АМИ при Правительстве Республики Таджикистан по Нижневахшской бассейновой зоне реки вместо нынешних 8 районных управлений мелиорации и ирригации могут быть созданы всего 2 управления мелиорации и ирригации (рис. 1.) Это Явано-Обикиикское (входит 3 района) и Вахшское (входит 5 район) управления мелиорации и ирригации.

Центральный аппарат АМИ осуществляет деятельность, связанную с реали-

зацией водной политики, отраженную в законодательстве страны, указах и распоряжениях Президента РТ, решает оперативные задачи, возникающие при чрезвычайных ситуациях, связанных с водой. Ныне управление водными ресурсами АМИ осуществляет свои задачи через свои областные и районные подразделения. Согласно этого, управление водными ресурсами представляет собой иерархическую структуру по принципу подчиненности снизу вверх: район – область – республика.

Поэтому существующая иерархическая структура все ещё сохраняет административно-территориальный характер, который не позволяет полноценному внедрению ИУВР. Наиболее отрицательная сторона административно-территориального метода управления отражается в создании возможностей административного вмешательства в хозяйственные дела и процесс управления водой.

Деятельность системы управления водными ресурсами в орошаемом земледелии тесно связана с АВП, осуществляющими функции управления водой на уровне дехканских и фермерских хозяйств. Как известно, первый Закон РТ «Об ассоциации водопользователей» был принят ещё в 2006 году. Надо добиться повышения роли АВП по защите интересов водопользователей на основе создание системы органов управления.

Далее подробно остановимся на порядке перехода Вахшского управления мелиорации и ирригации (ВУМИ) от административного к гидрографическому принципу управления водными ресурсами.

Изучая нынешнее состояние работы оросительных систем, характеристики каналов и дренажа в зоне Вахшского магистрального канала (ВМК), межхозяйственную и внутрихозяйственную инфраструктуру территории Нижневахшского подбассейна с учетом гидрографическо-

го принципа по зонам обслуживания основных каналов, что можно разделить на 7 подсистем: каналы Северной ветки и Джуйбор; Октябрьский Магистральный Канал; Центральная группа каналов (ПС ЦГК); Канал Л-2 Головное сооружение; Канал Джилликуль - Кафир; Канал Кумсангир.

Общая подвешенная орошаемая площадь к названным подсистемам составляет 104515 га, из которых 15278 га или 14,6% орошаются с помощью насосных станций.

Проектный удельный расход водоподдачи по каналам в среднем составляет 2,24 л/с га (1,88-3,79 л/с га). Этот удельный расход вполне достаточен для полива сельскохозяйственных культур при нормальном водораспределении между хозяйствами. Почти 42% площади подсистем расположены на левом берегу ВМК, а около 35%-на правом.

Вахшская оросительная система является первенцем в ирригационном строительстве Таджикистана. Строительство Вахшской оросительной системы было начато в 1931 году и уже к 1933 году было завершено строительство магистрального канала.

Головной регулятор Вахшского магистрального канала (ВМК) расположен на левом берегу реки Вахш в 3,3 км ниже выхода реки из горного ущелья в Вахшскую долину. На ПК 46 от него отходит Северная Ветка, длиной -25 км. Она заканчивается регулятором с выделом канала Джуйбор и катастрофическим сбросом в р. Вахш. Вахшский магистральный канал заканчивается в ПК 189 с выделом в каналах Кумсангир и Джилликуль.

В середине 50-х годов в Вахшской долине получило развитие машинное орошение и для подачи энергии насосным станциям потребовалось создание энергетической базы. Для этих целей были построены три электростанции: Перепадная; Головная; Центральная.

ВМК стал ирригационно-энергетическим трактом и относится к числу крупных гидротехнических сооружений республики. Его длина 28,9 км, пропускная способность 212 м³/сек в головной части и в концевой части 100 м³/сек. По всей протяженности канал выполнен без облицовки и имеет земляное русло.

В настоящее время из ВМК в Нижневахшской подбассейновой зоне орошаются поливные земли районов Бохтар, Дж. Балхи, Дусти, Джайхун, Вахш, Кушониён и город Левакант. Общая площадь земель в оросительной системе составляет более 100 тыс. га.

Гидрографические эксплуатационные участки разделяют орошаемые земли по принципу орошения из магистральных каналов: ВМК; Северная Ветка; Л-2 Голова; Джиликуль - Кафыр; Кумсангир.

Как известно заповедник «Тигровая балка» является самым большим резервуаром уникальных сообществ тугайной флоры и фауны не только в Таджикистане. Обширные массивы тугаев, существовавшие ранее в Афганистане и Иране по последним данным почти полностью уничтожены, и на их месте располагаются сельскохозяйственные угодья.

Именно, в нижней части бассейна реки Вахш расположен заповедник «Тигровая балка», с площадью около 50 тыс. га. В связи с этим, этой особо охраняемой природной территории (ООПТ), должно быть уделено особое внимание как отдельному крупному водопользователю.

В настоящее время общая площадь заповедника составляет 50,9 тыс.га, в том числе: лесная площадь 24,1 тыс.га (47,4%) и нелесная – 26,8 тыс.га (52,7%), причем лесопокрытая площадь включает территорию 16,1 тыс.га (31,6%), а редколесье, прогалины - 8,0 тыс.га (14,1%). Болота, воды занимают 21,4% от общей площади заповедника [2, 3, 4].

Заповедник «Тигровая балка» ранее рассматривался как природная террито-

рия со своими историческо - сложившимся балансом водных ресурсов, т.е. поступление воды в заповедник осуществлялось посредством оросительных, сбросных и дренажных вод. До строительства плотины Нурекской ГЭС пойменные участки заповедника временами (преимущественно весной) затапливались водами реки Вахш [5,6].

Учитывая государственное значение заповедника «Тигровая балка» и охват большой территории в Нижневахшской подбассейновой зоне нами предлагается внести его в статус самостоятельного большого водопользователя. Для этого в третьем варианте структуры заповедник включен в число водопользователей.

Значение заповедника «Тигровая балка» многократно возросло когда 45-ое заседание ЮНЕСКО, состоявшееся в Саудовской Аравии в сентябре 2023 года включило его в список всемирное наследие «Тугайные леса заповедник «Тигровая Балка» ЮНЕСКО».

В случае принятия нашего предложения «Заповедник «Тигровая балка» – водопользователь возможен, вариант, когда заповедник входит как самостоятельный эксплуатационный участок и получает воду из Кумсангирского магистрального канала. Разумеется, решение данного вопроса по согласованию с двумя государственными структурами - АМИ и КООС решается Правительством Республики Таджикистан.

Учитывая опыт перехода оросительных систем в бассейновое управление и вышеотмеченных причин для ВУМИ предлагаем 3 варианта структуры управления.

Вариант 1 (существующий). Создание 6 эксплуатационных участков (ЭУ) в разрезе районов: 1) ЭУ ВМК (г. Леваканд); 2) ЭУ Кушониенского (г. Бохтар); 3) ЭУ Вахшского района; 4) ЭУ района Дж. Балхи; 5) ЭУ района Дусти; 6) ЭУ Джайхунского района.

Вариант 2. Создание 6 государственных гидрографических участков эксплуатации и орошения (ГГУЭиО): 1) Сарбандский МК; 2) Октябрьский МК; 3) Л-2 Голова; 4) Северная Ветка; 5). Кумсангирский МК; 6) Джиликулский МК. Вариант 2 также, не предусматривает подачи воды в заповедник «Тигровая Балка».

Вариант 3. Создание 7 государственных эксплуатационных участков по гидрографическому и экологическому принципу: 1) Сарбандский МК; 2) Октябрьский МК; 3) Л-2 Голова; 4) Северная Ветка; 5) Кумсангирский МК; 6) «Тигровая Балка»; 7) Джиликулский МК.

В рамках данной статьи, из-за большого объема материала, приводим структуры ГУМИ подбассейна Нижний Вахш только третьего варианта.

На рисунке 2, в варианте 3 – по гидрографическому принципу нами в отличие от варианта 1 и 2, добавлен новый эксплуатационный участок - «ГГУЭО «Тигровая Балка». Таким образом, в варианте 3 предложено 7 гидрографический участок эксплуатации и орошения, который пред-

усматривает обеспечение водой части земель и водной акватории заповедника «Тигровая Балка». В рамке данной работы нами рассчитаны потребность в воде определенной территории заповедника «Тигровая Балка» - 8844 га (акватория озер – 2712 га, растительности – 6132 га).

Многолетний опыт орошения на территории районов прилегающих к заповеднику показывает, что в концевой части Кумсангирского магистрального канала (КМК) в период вегетации сельскохозяйственных культур ощущается нехватка воды (из реки Вахш) как для орошения земель, так и для подпитывания экосистемы заповедника (озёр).

Решение этой проблемы возможно двумя путями:

- во первых, внедрением водосберегающей технологии в зоне орошения КМК, вследствие чего освободится достаточный объем воды;
- во вторых, увеличением забора воды из реки Пяндж для орошения части земель Джайхунского района.

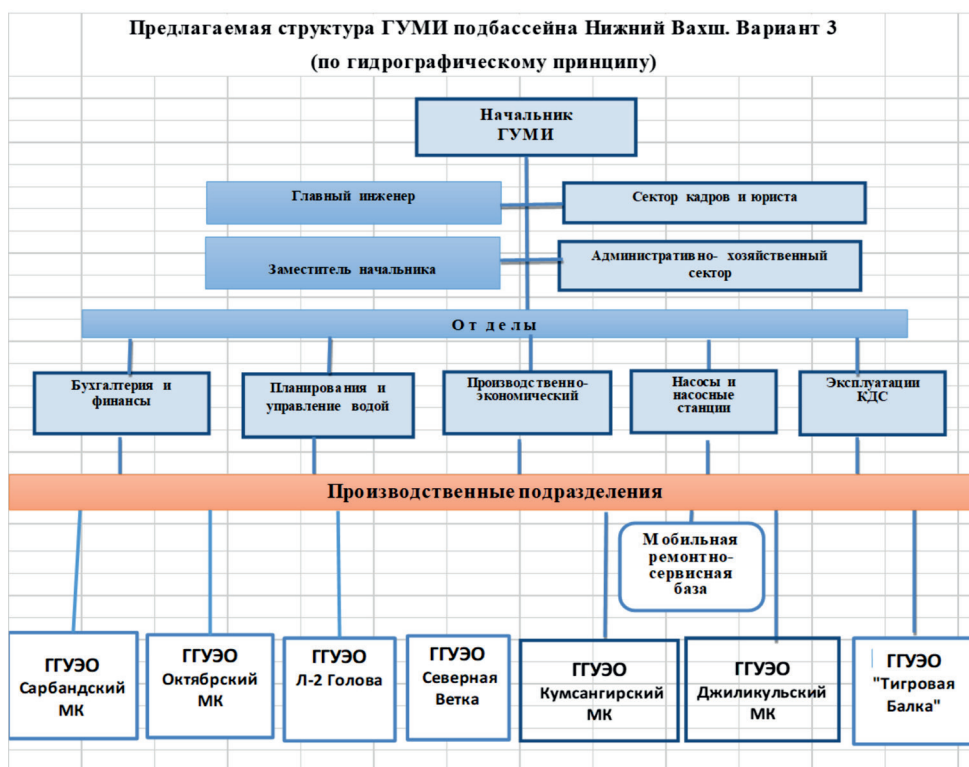


Рисунок 2. Структура ГУМИ подбассейна Нижний Вахш (Вариант 3).

В предлагаемой структуре основным исполнительным звеном являются эксплуатационные участки, которые на основании заключенных договоров обеспечивают предоставление услуг по подаче воды водопользователям (АВП или Союза АВП).

Для определения водопотребления 8844 га территории земель «Тигровая Балка» использована программа «Кропат», которая разработана ФАО и в настоящее время широко используется для расчета режимов орошения сельскохозяйственных культур. Основой этой программы является метод расчета водопотребления культур, разработанный Пенманом – Монтейтом. Исходными данными для использования программы являются максимальная и минимальная температура, относительная влажность воздуха, осадки, скорость ветра и число часов солнечного сияния в местности, для которой рассчитывается режим орошения и нормы водопотребления.

Нами расчет нормы водопотребления, испарения с водной поверхности, расходов воды выполнен для лугово-болотной и лесной части участка заповедника, который снабжается водой через систему внутренних каналов и озер.

На основании проведенных расчетов общий объем воды для 8844 га площади заповедника (акватория озер – 2712 га, растительности – 6132 га) за 8 месяцев (март – октябрь) при среднем расходе 4,26 м³/с потребность воды составляет 88 млн. 336 тыс.м³.

Согласно классификации Министерства мелиорации и водного хозяйства Таджикистана (1993г.) оросительные системы в зоне Вахшского магистрального канала (ВМК) по техническому уровню было отнесено ко второй категории. При этом использовали параметры, предложенные в приказе Минводхоза СССР от 18.04.1977г., №166 ("О временных типовых штатных нормативах водохозяйственных эксплуатационных организаций системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР") [7]. Так как другой новой разработки по данному вопросу не имеется.

При расчетах орошаемые площади приняты согласно опубликованных данных Государственного комитета по землеустройству и геодезии РТ (Фонд земель Республики Таджикистан по состоянию на 01.01. 2023г.).

Таблица 1.

Классификация оросительной системы бассейна Нижний Вахш по гидрографическому и экологическому принципу (вариант 3).

№ п/п	Наименование ГГУЭО	Орошаемая площадь, га	Межхозяйственные каналы		Насосные станции		Общая длина межхозяйств. каналов, км
			Количество	Площадь, га	Количество	Площадь, га	
1	Сарбандский МК	2448		2448			23
2	Октябрьский МК	10615,9	3	10615,9			18,88
3	Л-2 Голова	15457,6	5	15457,6	3	4337	63,83
4	Северная Ветка	13407,1	9	13407,1	3	1800	68,4
5	Кумсангирский МК	22981,3	16	22981,3	5	9141	221,2
6	«Тигровая Балка»	8844	1	8844			8,4
7	Джиликульский МК	39605,1	16	39605,1			84,7
	Итого:	113359		113359	11	15278	488,41

В отличие от двух предыдущих вариантов, в третьем варианте увеличилась орошаемая площадь (на 8844га) и общая длина межхозяйственной сети (на 8,4 км) и, в целом добавился еще один эксплуатационный участок («Тигровая Балка»). Структура ЭУ и численность работников определяется в каждом отдельном случае в зависимости от природно-хозяйственных условий и масштабов командной

зоны оросительной системы (орошаемой площади, площади машинного орошения, длина межхозяйственной сети, наличие крупных гидроузлов).

Существующий эксплуатационный штат ГУМИ подбассейна Нижний Вахш с указанием основных параметров (длина каналов, орошаемая площадь) приведена в таблице 2.

Таблица 2.

Существующий эксплуатационный штат, орошаемая площадь и общая длина каналов подбассейна Нижний Вахш (вариант 1).

№ п/п	Названия ГУМИ	Всего орошаемая площадь, га	Общая длина каналов, км	Эксплуатационный штат, чел		
				Всего	ИТР	другие
1	2	3	4	5	6	7
1.	ВМК и Леваканд	2448	23,0	38	13	25
2.	Кушониен и Бохтар	22558	95,2	67	32	35
3.	Вахшского района	22920	72,3	94	20	74
4.	Дж. Балхи	23700	82,1	128	25	103
5.	Джайхунского р-на	18035	169,9	79	20	59
6.	Дустинского р-на	14854	63,4	99	15	84
	Итого	104515		505	125	380
	Хатлонский ГУМИ			27	7	20
	Всего			532	132	400

Данный существующий эксплуатационный штат по 6 районам подбассейна Нижний Вахш нами принят за первый вариант, т.е. по административному принципу. Всего численность эксплуатационного штата по первому варианту 505 человек, из них инженерно-технических работников (ИТР) 125 человек, а 380 человек другой персонал.

Согласно «Штатные нормативы линейного персонала водохозяйственных эксплуатационных организаций» во всех эксплуатационных участках предусматривается должности начальника, главного инженера, инженера – гидротехника и инженеры других специальностей (механиков, электриков).

Одним из условий, которое надо соблюдать это соотношение количества

должностей из числа инженерно-технических работников должно быть в целом по ЭУ таким, чтобы на одну должность старшего инженера приходилось не менее двух должностей инженеров (техников) - 1:2[7].

Согласно 2-го варианта - управление по гидрографическому принципу по Вахшскому УМИ предложено создание также 6 эксплуатационных участков. Все 6 эксплуатационных участков будут привязаны к конкретному магистральному каналу и определенным пикетам.

При расчете эксплуатационного штата уделено внимание следующим основным показателям: орошаемой площади, длине межхозяйственных каналов, наличию насосных станций и крупных гидроузлов, площади машинного орошения и

другим особенностям производства (наличие коллектора, аварийные сбросы и др.).

Придерживаясь вышеприведенного примера по структуре, при определении эксплуатационного штата в данной статье приводим только таблицу третьего варианта.

В варианте 3 по гидрографическому и экологическому принципу в эксплуатационный штат добавляется только рекомендуемая численность работников для ЭУ «Тигровая Балка», остальные параметры остаются без изменения.

Таблица 3.

Эксплуатационный штат подбассейна Нижний Вахш по гидрографическому и экологическому принципу (вариант 3).

№ п/п	Название эксплуатационных участков	Всего орошаемая площадь, га	Общая длина каналов, км	Эксплуатационный штат, чел		
				Всего	ИТР	другие
1	2	3	4	5	6	7
1.	Сарбандский МК	2448	23,0	28	10	18
2.	Октябрьский МК	10615,9	95,2	38	14	24
3.	Л-2 Голова	15457,6	72,3	60	24	36
4.	Северная Ветка	13407,1	82,1	60	24	36
5.	Кумсангирский МК	22981,3	169,9	65	25	40
6.	«Тигровая Балка»	8844	8,4	24	10	14
7.	Джиликульский МК	39605,1	63,4	70	25	45
	Итого	113359		345	132	213

Расчеты показывают, что общее количество штатных работников ЭУ при гидрографическом принципе управления ирригационными системами в отличие от существующего административного принципа управления значительно уменьшилось. Уменьшение эксплуатационного штата произошло в основном за счет соблюдения рекомендованных нормативов по укрупненным показателям и перехода части обязанностей ЭУ в Центры оказания услуг мелиорации и ирригации (ЦУМИ).

Чтобы не осложнять процесс перехода ВУМИ предлагается принимать существующий штат Хатлонское ГУМИ в количестве 27 человек. Единственное изменение это увеличение количества ИТР на 3 единицы (10 вместо 7), за счет другого персонала.

ВУМИ отвечает за реализацию стратегических программ АМИ и решает задачи мелиорации и ирригации в зоне ответственности.

Окончательное штатное расписание ВУМИ с 7 эксплуатационными участками (вариант 3) представлено в таблице 4.

Рекомендуемый эксплуатационный штат ВУМИ
с учетом нового ЭУ «Тигровая Балка»

№ п/п	Название эксплуатационных участков	Всего орошаемая площадь, га	Общая длина каналов, км	Эксплуатационный штат, чел		
				Всего	ИТР	другие
1	2	3	4	5	6	7
1.	Сарбандский МК	2448	23,0	28	10	18
2.	Октябрьский МК	10615,9	95,2	38	14	24
3.	Л-2 Голова	15457,6	72,3	60	24	36
4.	Северная Ветка	13407,1	82,1	60	24	36
5.	Кумсангирский МК	22981,3	169,9	65	25	40
6.	«Тигровая Балка»	8844	8,4	24	10	14
7.	Джиликульский МК	39605,1	63,4	70	25	45
	Итого	113359		345	132	213
	ВУМИ			27	10	17
	Всего по ВУМИ			372	142	230

Таким образом, численный состав работников всех 7 эксплуатационных участков Вахшского УМИ, включая штата самого управления мелиорации и ирригации, по гидрографическому и экологическому принципу управления водными ресурсами штат составит всего 372 человека, из них ИТР 142, других 230 единиц.

В существующей структуре штат Нижневахшского подбассейна (совместно с Хатлонским областным УМИ) насчитывался 532 человек. Уменьшение количества эксплуатационного штата по данному бассейну составляет 160 единиц. А количество ИТР увеличилось на 10 единиц (142 вместо 132 существующих), что указывает на повышение ответственности на отдельных участках работ.

В составе АМИ создаются Центры оказания услуг мелиорации и ирригации (ЦУМИ). Создание ЦУМИ основывается на необходимости решения задач, изложенных в Постановлении Правительства Республики Таджикистан от 27 февраля 2014 года, № 125.

В бассейне реки Вахш могут быть созданы одно или несколько Центров оказания услуг мелиорации и ирригации. При

этом услуги, предоставляемые ЦУМИ, могут включать работы, в том числе связанные с эксплуатацией оросительных систем:

Предполагается, что персонал ЦУМИ будет подобран из числа работников реформируемых областных и районных управлений мелиорации и ирригации. В этом случае накопленный опыт персонала может быть использован для укрепления и эффективной работы вновь создаваемых организаций.

Ожидается, что ЦУМИ смогут располагаться в зданиях, где в настоящее время располагаются районные УМИ и примут на баланс соответствующее имущество и оборудование этих организаций.

Выводы:

1. Предложена структура Вахшского управления мелиорации и ирригации (ВУМИ) подбассейна Нижний Вахш (вариант 3), в котором управление ирригационными системами осуществляется по гидрографическому и экологическому принципу посредством 7 эксплуатационных участков, считается оптимальным и перспективным.

2. Создание Центра услуг мелиорации и ирригации (ЦУМИ) при каждом бассейне рек позволит выполнять работы связанные с эксплуатацией оросительных систем, включая ремонт и восстановление крупных ГТС, мостов, берегозащитных дамб, насосных станций и агрегатов, трансформаторных подстанций и других сооружений с использованием специального оборудования и механизмов.

Литература

1. Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016 -2025 гг. Душанбе, - 36 с.
2. Рахматиллоев Р. Особенности использования и охраны водных ресурсов в заповеднике «Тигровая Балка»/Рахматиллоев Р., Абдусаматов М., Амирзода О.Х.// Ж. ИВПГЭ,Э НАНТ, №2, 2024, Душанбе. –С 114 -122.
3. Рахматиллоев Р. Отчет по исследованию влияния гидрологического режима реки Вахш на заповедник «Тигровая балка» до и после строительства водохранилищ Нурека и Рогуна. Душанбе, 2019, -39 с.
4. Абдусаматов М. Водные ресурсы и его влияние на территории заповедника «Тигровая балка». Сборник докладов и тезисов НПК «Сохранение и восстановление биологических ресурсов в особо охраняемых природных территориях». Душанбе, 2008. – С 78-87.
5. Нуралиев К. Водные ресурсы Таджикистана: инициативы, ситуация и перспективы/Нуралиев К., Абдусаматов М., Латипов Р.Б.//Душанбе, 2011.-220 с.
6. Абдусаматов М. Особенности эксплуатации оросительных систем бассейна реки Вахш/ Абдусаматов М., Акрамов А. и др. // Ж. «Кишоварз», №4 (93).- Душанбе, 2021. –С 165-172.
7. О временных типовых штатных нормативных водохозяйственных эксплуатационных организаций системы ММиВХ СССР. Приказ Минводхоза СССР от 18.04.1977, №166.

ДАР БОРАИ ГУЗАШТАН БА ИДОРАКУНИИ ҲАВЗАВӢ ДАР ЗЕРҲАВЗАИ ПОӢНОБИ ВАХШ

Абдусаматов М., Рахматиллоев Р., Амирзода О.Х., Акрамов А.

Аннотатсия: дар мақолаи мазкур ҳолати кунунии идоракунии захираҳои об ва таҷдиди соҳаи хоҷагии об зикр гардидааст. Зарурияти гузаштан ба идоракунии ҳавзавӣ қайд шудааст. Вариантиҳои гузаштан аз идоракунии административӣ-ҳудудӣ ба гидрографӣ нишон дода шудаанд. Ҳангоми гузаштан ба идоракунии ҳавзавӣ дар зерҳавзаи Поёноби Вахш, ба назар гирифтани факторҳои экологӣ зарур шуморида шудааст.

Калимаҳои калидӣ: таҷдид, идоракунии ҳавзавӣ, воҳидҳои гидрографӣ, каналҳои магистралӣ, участкаҳои истифодабарӣ, асосиатсияҳои истифодабарандагони об, мамнӯъгоҳи “Бешаи палангон”, воҳидҳои идоракунии.

TRANSITION TO BASIN MANAGEMENT OF WATER RESOURCES OF THE LOWER VAKHSH SUB-BASIN

Abdusamatov M., Rahmatilloev R., Amirzoda O.H., Akramov A.

Abstract: This article examines the current state of water resources management and ongoing reforms in the water sector. The transition to basin water resources management is substantiated. Options for the transition from the administrative-territorial to the hydrographic principle of management are proposed.

The need to take into account environmental factors when switching to basin water resources management in the Lower Vakhsh sub-basin is indicated.

Keywords: *reform, basin management, hydrographic units, main canals, operational areas, water user's association, Beshaipalangan Nature Reserve, operational staff.*

Сведения об авторах: Абдусаматов Муниджон – к.т.н. доцент, академик Инженерной академии РТ и МИА, старший научный сотрудник Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, тел.: (+992) 939303761, E – mail: abduamadm@rambler.ru.; Рахматиллоев Рахмонкул – д. с.-х. наук, профессор кафедры эксплуатации гидромелиоративных систем ТАУ им. Ш. Шотемур, тел.: (+992) 98 101 26 08, E – mail: rahmonkul@gmail.com.; Амирзода Ориф Хамид - доктор технических наук, доцент, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, тел.: (+992) 937287272 E – mail: orif2000@mail.ru.; Акрамов Абдугаффор – профессор кафедры эксплуатации гидромелиоративных систем ТАУ им. Ш. Шотемур, тел.: (+992) 93 500 79 28, E – mail: akramov.1951@mail.ru.;

Маълумот дар бораи муаллифон: Абдусаматов Муниҷон – н.и.т., дотсент, академики Академияи муҳандисии Тоҷикистон ва АМБ, ходими калони илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: (+992) 939303761, E–mail: abduamadm@rambler.ru.; Рахматиллоев Раҳмонкул – доктори илмҳои кишоварзӣ, профессори кафедраи истифодабарии системаҳои обҳои ДАТ ба номи Ш. Шотемур, тел.: (+992) 98 10126 08, E– mail: rahmonkul@gmail.com.; Амирзода Ориф Хамид – доктори илмҳои техника, дотсент, директори Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: (+992) 937287272. E – mail: orif2000@mail.ru.; Акрамов Абдугаффор – профессори кафедраи истифодабарии системаҳои обҳои ДАТ ба номи Ш. Шотемур, тел.: (+992) 93 500 79 28. E – mail: akramov.1951@mail.ru.

ТДУ 556.18:311;519.22

АРЗЁБИИ ТАҒЙИРЁБИИ МИЁНАБИСЁРСОЛАИ БОРИШОТ БО УСУЛИ ОМОРИ МАТЕМАТИКӢ ДАР АСОСИ МАЪЛУМОТҲОИ ПОЙГОҲИ ГИДРОЛОГИИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ КОФАРНИҲОН

Муҳибуллоев Н.М.¹, Шарифзода Ш.¹, Саидов Ш.¹, Амирзода О.Ҳ.²

¹*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.А.Осимӣ*

²*Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ*

Аннотатсия. *Тағйирёбии миёнабисёрсолаи боришот дар мисоли ҳавзаи дарёи Кофарниҳон дар асоси маълумотҳои пойгоҳи “Даҳана” бо истифодаи усули омори математикӣ, арзёбӣ қарда шудааст.*

Вобастагии сарҳади интервалҳо ва қимати миёнаи интервалҳоро вобаста аз зичии зудии нисбӣ ва зудии интервалҳо муайян қарда шудааст. Барои баҳодҳии фарзияи таҳқиқот аз критерияи Пирсон истифода қарда шуда, қимати мушоҳидавии критерияи Пирсонро ҳисоб қарда шудааст. Натиҷаҳои ҳисоби омори математикӣ нишон медиҳанд, ки омори таҳқиқшаванда ба қонуни тақсими нормалӣ мутобиқат мекунад.

Калимаҳои калидӣ. *Тағйирёбии боришот, омори математикӣ, бузургҳои тасодуфӣ, қонуни тақсими нормалӣ, критерияи Пирсон.*

Муқаддима. Тақсими нормалии бузургҳои тасодуфӣ, ё ин ки тақсими Гаусс яке аз тақсимоҳои муттасил буда, дар омори математикӣ нақши асосӣ мебошад. Бузургҳои физикӣ ба қонуни тақсими нормалӣ, ки зери таъсири ададҳои зиёди тасодуфӣ қарор доранд, итоат менамояд. Тақсими нормалӣ асосан аз ду нишон-

диҳанда вобаста мебошад, аз омехтакунии ва андоза, ки аз нуқтаи назари математикӣ на ба як тақсимот, балки аз якчанд тақсимотҳо иборат мебошад.

Ҳангоми таҳқиқи микдорӣ ё сифатии бузургҳои тасодуфӣ зарур аст, ки қонунияти тақсими онҳоро дар ягон ҷойгоҳи додашуда бо ягон боварии эъти-

моднок, дарёбем. Рушди илми муосир ва таҷрибаҳои илмӣ низ исбот намудааст, кӣ ҳангоми зиёд будани мушоҳидаҳо ва таҳқику озмоишҳо бузургҳои тасодуфӣ ба талаботи қонуни тақсимоти нормалӣ наздик мешаванд [1-2].

Вобаста ба ин, зимни омода намудани мақолаи мазкур маълумотҳои оморие, ки мавриди таҳқиқ қарор гирифта шудаанд, дар мисоли ҳавзаи дарёи Кофарниҳон аз рӯи нишондиҳандаҳои пойгоҳи гидрологӣ “Даҳана” ба роҳ монда шудааст [3].

Усулҳои таҳқиқот. Натиҷаи мушоҳидаҳо ҳар моҳ дар тӯли солҳои интиҳобӣ аз соли 1960 то соли 2012, яъне дар умум 53 солро фаро гирифтааст, ки ҳаҷми интиҳобии он $n=53 \cdot 12=636$ -ро ташкил медиҳад.

Миқдори ҳаҷми интиҳобии мазкур аз рӯи қонуни “Адади калон” бо эҳтимолияти зиёд ба талаботи қонуни тақси-

моти нормалӣ наздик мешавад. Таҳлилу таҳқиқотҳои мо нишон медиҳанд, ки аз ҳаҷми интиҳобии ($n=636$) маҷмӯи интиҳобиро тартиб дода нишон диҳем, ки мушоҳидаи дар тӯли 53 сол ба қонуни тақсимоти нормалӣ наздик мебошад.

Маҷмӯи интиҳобиро аз ҷадвали маълумотҳои пойгоҳи гидрологӣ ҳамчун қиматҳои миёнабисёрсола интиҳоб мекунем. Вазифаи минбаъда аз он иборат мебошад, ки фарзияи (гипотезаи) қабулшуда аз рӯи критерияи мушоҳидашуда аз критерияи критикӣ хурд бошад, он гоҳ фарзияро қабул карда метавонем. Миқдори миёнабисёрсолаи боришотро ҳамчун бузургии тасодуфии “X” фарз мекунем.

Натиҷаи мушоҳидаи пойгоҳи гидрологиро ба таври афзуншавӣ ифода намуда, қатори вариатсиониро тартиб медиҳем.

Ҷадвали 1.

Қатори вариатсионии натиҷаи мушоҳидаҳо тибқи маълумотҳои пойгоҳи гидрологӣ

29,8	31	31,6	32,4	34,2	34,5	35,6	36,1	36,5
37,8	38,6	39	39,8	40,9	43,1	43,1	43,3	43,3
43,8	44,0	44,1	44,1	44,6	45,1	45,6	45,6	45,9
46,2	46,5	46,9	47,1	48,0	48,6	48,9	49,0	49,5
49,8	50,8	51	52,8	52,8	54,2	54,9	57,1	57,2
58,2	59,8	63,1	64	65,8	66,5	67,0	73,0	X

Фарқияти қиматҳои калонтарини оморӣ ва хурдтарини онро меёбем.

$$\omega = X_{\max} - X_{\min} \quad (1)$$

ки дар ин ҷо: $X_{\max}=73$, $X_{\min}=29,8$ мебошад. Пас, $\omega=73-29,8=43,2$.

Баъд аз ёфтани фарқияти вариатсия (ω) натиҷаи мушоҳидаҳо ба $L=9$ интервал тақсим ва дарозии интервалҳои хусусиро ҳисоб мекунем.

$$h = \frac{\omega}{l} = \frac{43,2}{9} = 4,8 \quad (2)$$

Ба сифати сарҳади интервали 1-ум қиммати X_{\min} -ро қабул мекунем.

Баъдан сарҳади интервалҳои хусусиро аз рӯи формулаи

$$X_i = X_{\min} + ih \quad (3)$$

ки, дар ин ҷо: $i=1,1$ ҳисоб намуда, қимати миёнаи интервалҳоро бо

$$\text{формулаи } X_i = \frac{X_i + X_{i+1}}{2} \quad (4)$$

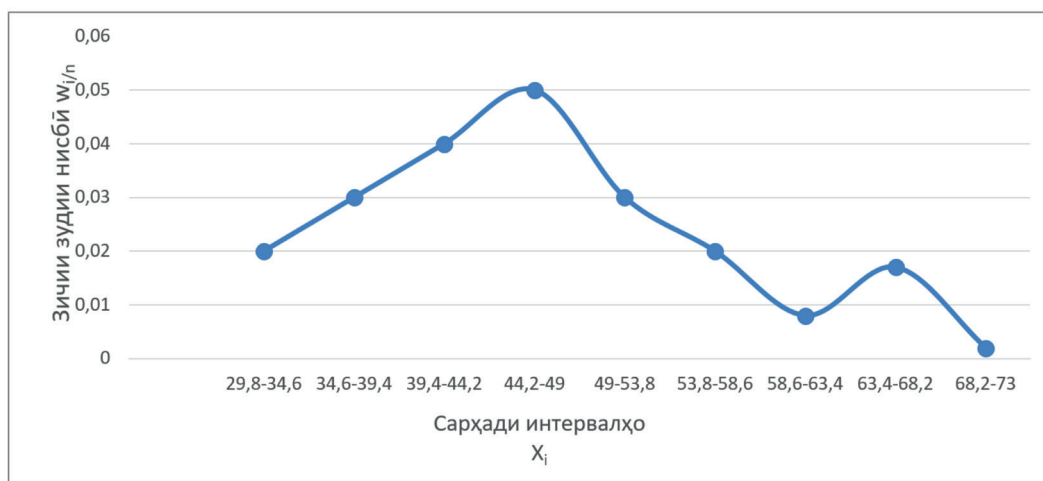
меёбем ва натиҷаҳоро дар ҷадвали 2 меорем.

Қимати миёнаи сарҳади интервалҳо

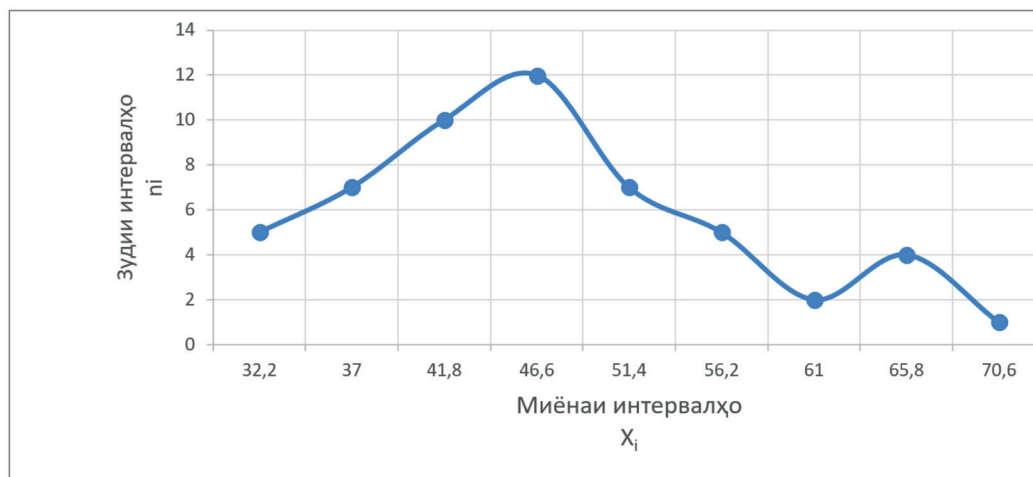
Рақами интервалҳои хусусӣ li	Сарҳади интервалҳо $X_i - X_{i+1}$	Миёнаи интервалҳо $X_i =$	Зудии интервалҳо n_i	Зудии нисбӣ $w_i =$	Зичии зудии нисбӣ
1	29,8-34,6	32,2	5	0,09	0,02
2	34,6-39,4	37	7	0,13	0,03
3	39,4-44,2	41,8	10	0,19	0,04
4	44,2-49	46,6	12	0,23	0,05
5	49-53,8	51,4	7	0,13	0,03
6	53,8-58,6	56,2	5	0,1	0,02
7	58,6-63,4	61	2	0,04	0,008
8	63,4-68,2	65,8	4	0,08	0,017
9	68,2-73	70,6	1	0,01	0,002
Σ	-	-	53	-	-

Дар асоси маълумотҳои ҷадвали 2 диаграммаҳои вобастагии сарҳади интервалҳо ва қимати миёнаи интервалҳо

вобаста аз зичии зудии нисбӣ ва зудии интервалҳо, месозем (расмҳои 1 ва 2).



Расми 1. - Диаграммаи вобастагии сарҳади интервалҳо аз зичии зудии нисбӣ



Расми 2. - Диаграммаи вобастагии қимати миёнаи интервалҳо аз зудии интервалҳо

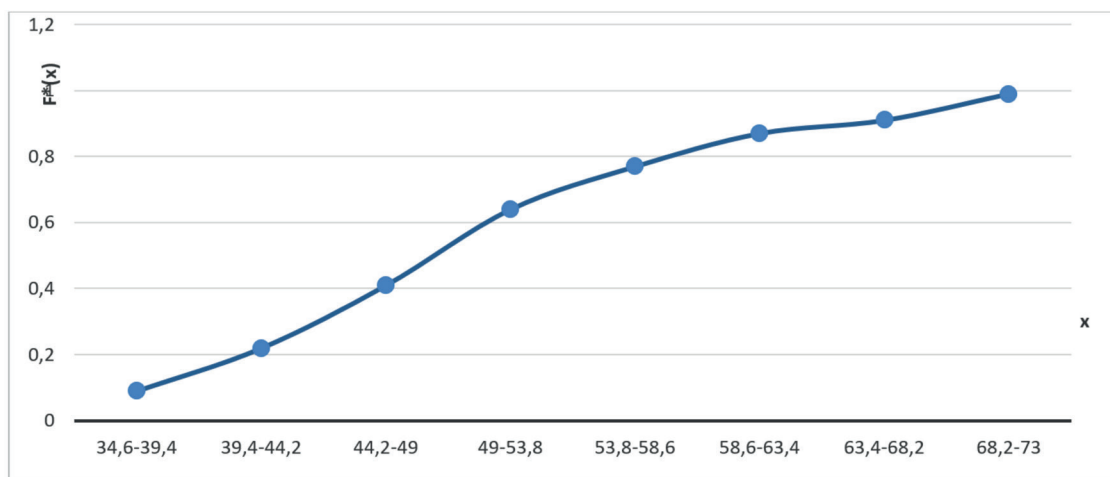
Қиматҳои функсияи эмпирико меёбем: $F(X) = \frac{NX}{N}$

$$F^*(29,8)=0; \quad F^*(34,6) = \frac{5}{53} = 0,09; \quad F^*(39,4) = \frac{5+7}{53} = 0,22; \quad F^*(44,2) = \frac{22}{53} = 0,41;$$

$$F^*(49) = \frac{22+12}{53} = 0,64; \quad F^*(53,8) = \frac{34+7}{53} = 0,77; \quad F^*(58,6) = \frac{41+5}{53} = 0,87;$$

$$F^*(63,4) = \frac{46+2}{53} = 0,91; \quad F^*(68,2) = \frac{48+4}{53} = 0,99; \quad F^*(73) = \frac{52+1}{53} = 1$$

Дар асоси натиҷаҳои бадастомада диаграммаи функсия эмпирико месозем (расми 3).



Расми 3. – Диаграммаи функсияи эмпирико

Қимати миёнаи интихобӣ ва дисперсияҳои интихобиро бо формулаҳои тартиб медиҳем.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{53} x_i n_i \quad (5) \quad \text{ва} \quad D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{53} x_i^2 n_i \quad (6)$$

Ҷадвали 3.

Қимати миёнаи интихобӣ ва дисперсияҳои интихобӣ

Ном. инт	Сар-ди инт-ли x_{i+l}	Миёнаи инт-ли x_i	Зудии инт-хо n_i	$n_i x_i$	x_i^2	$n_i x_i^2$
1	29,8-34,6	32,2	5	161	1036,84	5184,2
2	34,6-39,4	37	7	259	1369	9583
3	39,4-44,2	41,8	10	418	1747,24	17472,4
4	44,2-49	46,6	12	559,2	2171,56	26058,72
5	49-53,8	51,4	7	359,8	2641,96	18493,72
6	53,8-58,6	56,2	5	281	3158,44	15792,2
7	58,6-63,4	61	2	122	3721	7442
8	63,4-68,2	65,8	4	263	4329,64	17318,56
9	68,2-73	70,6	1	70,6	4984,36	4984,36
Σ	-	-	53	2493,8	-	122329,2

$$X = \frac{2493,8}{53} = 47,05;$$

$$D = \frac{122329,2}{53} - 47,05^2 = 94,3956;$$

$$\sigma = \sqrt{Du} = \sqrt{94,3956} \approx 9,72$$

Дисперсия интихобӣ ҳамчун баҳодиҳии лағжанда (смешенной)-и дисперсияи генералӣ мебошад. Дисперсияи ислоҳшуда бошад, баҳодиҳии лағжанда нест, пас

$$D_u = \frac{n}{n-1} D = \frac{53}{53-1} = 9493956 = 96,2109;$$

$$\sigma_u = \sqrt{D_u} = \sqrt{96,2109} \approx 9,81$$

Барои баҳодҳии фарзияи (гипотез) мазкур зарур аст, ки аз критерияи Пирсон истифода намоем. Барои ин зарурият ба миён меояд, ки зудихои электрикӣ ва назариявиро муқоиса намоем. Зудихои электрикӣ маълуманд, вале бояд зудихои назариявиро ҳисоб намоем.

Вобаста ба ин, аз бузургии тасодуфӣ X ба бузургии тасодуфӣ $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$

мегузарем ва охириҳои интервалҳои Z_i -ро аз рӯи формулаҳои $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$ (7)

$$Z_{i+1} = \frac{X_{i+1} - \bar{X}}{\sigma} \quad (8)$$

меёбем, илова бар ин қимати хурдтарин Z , яъне Z_1 ба ∞ майл намуда, қимати калонтарини Z_i -ро низ ба ∞ майл мекунонем. Аз тарафи дигар сабаби хурд будани зуди $n_7 = 2$ ва $n_9 = 1$ онҳоро мувофиқан бо зудихои $n_6 = 5$ ва $n_8 = 4$ якҷоя мекунем.

Интервалҳои зудихои мазкур мувофиқан ба (53,8-63,4) ва (63,4-73) ифода мешаванд. Натиҷаҳои ба дастомадаро дар ҷадвали 4 меорем.

Ҷадвали 4.

Интервалҳои зудихои сарҳади интихобӣ

i	Сарҳади ин-ҳои X_i, X_{i+1}		X_i	$X_i - \bar{X}$	Сарҳади ин-ҳои (Z_i, Z_{i+1})	
	X_i	X_{i+1}			$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$	$Z_{i+1} = \frac{X_{i+1} - \bar{X}}{\sigma}$
1	29,8	34,6	-	-12,45	-	-1,28
2	34,6	39,4	-12,45	-7,65	-1,28	-0,79
3	39,4	44,2	-7,65	-2,85	-0,79	-0,29
4	44,2	49	-2,85	1,95	-0,29	-0,2
5	49	53,8	1,95	6,75	0,2	0,69
6	53,8	63,4	6,75	16,35	0,69	1,68
7	63,4	73	16,35	-	1,68	-

Эҳтимолияти назарявӣ P_i ва зудии назариявиро $n_i = P_i n = 53 P_i$ ҳисоб намуда, барои ин ҷадвали 5-ро тартиб медиҳем.

Ҷадвали 5.

Эҳтимолияти назарявӣ ва зудии назарявӣ

i	Сарҳади ин-ҳои Z_i, Z_{i+1}		$\Phi(Z_i)$	$\Phi(Z_{i+1})$	$P = \Phi(Z_{i+1}) - \Phi(Z_i)$	$n_i = 53 P_i$
	Z_i	Z_{i+1}				
1	-1,28		-0,5	-0,3997	0,1003	5,3
2	-1,28	-0,79	-0,3997	-0,2852	0,1145	6,1
3	-0,79	-0,29	-0,2852	-0,1141	0,1711	9,1

4	-0,29	0,2	-0,1141	0,0793	0,1934	10,2
5	0,2	0,69	0,0793	0,2549	0,1756	9,3
6	0,69	1,68	0,2549	0,4535	0,1986	10,5
7	1,68	-	0,4535	-0,5	0,0465	2,5
Σ	-				1	53

Қимати мушоҳидавии критерияи Пирсонро ҳисоб намуда, барои ин ҷадвали 6-ро тартиб медиҳем.

Ҷадвали 6.

Қимати мушоҳидавӣ аз рӯи критерияи Пирсон

i	n_i	n_i^1	$n_i - n_i^1$	$(n_i - n_i^1)^2$	$\frac{(n_i - n_i^1)^2}{n_i}$
1	5	5,3	-0,3	0,09	0,02
2	7	6,1	0,9	0,81	0,13
3	10	9,1	0,9	0,81	0,09
4	12	10,2	1,8	3,24	0,32
5	7	9,3	-2,3	5,29	0,59
6	7	10,5	-3,5	12,25	1,18
7	5	2,5	2,5	6,25	2,5
Σ	53	53	-	-	$\chi_{муш}^2 = 4,83$

Қимати $\chi_{кр}^2$ - критикиро аз ҷадвали тақсимооти $\chi^2(k, \alpha)$ муайян мекунем, ки дар ин ҷо k миқдори дараҷаи озодии тақсимооти ва α - савияи дақиқӣ (уровень значимости) мебошад.

Дараҷаи озод бо миқдори интервалҳо бо баробари $k=7-3=4$ ёфта мешавад, ки $L=7$, яъне $k=7-3=4$ савияи дақиқиро агар $\alpha=0,01$ (яъне то 1 % хатоӣ) пас $\chi_{кр}^2(4;0,01)=13,3$ мешавад.

Азбаски, $\chi_{муш}^2 < \chi_{кр}^2$ аст, яъне $4,83 < 13,3$, пас ба пуррагӣ метавон фарзияи Х-ро яъне (омори пойгоҳи гидрологии Даҳана) оиди тақсимооти нормалӣ қабул кард.

Хулоса. Фосилаи интзорияти математикиро ҳисоб мекунем.

$$(X - \frac{D}{\sqrt{n}} t\gamma; X + \frac{D}{\sqrt{n}} t\gamma), \text{ ки } \delta = \frac{D}{\sqrt{n}} t\gamma$$

– дақиқияти баҳодихӣ мебошад.

Дар мавриди мо $X=47,05$; $\sigma=9,81$; $n=53$ мебошад.

Агар фосилаи боваринок бо эҳтимолияти $\gamma=0,95$ (яъне бо 95% эҳтимолияти боварӣ) маълум кунем, он гоҳ $t\gamma=1,984$ баробар мешавад, пас

$$\delta = \frac{9,81}{\sqrt{53}} \cdot 1,984 \approx 2,7$$

Фосилаи боваринок барои интзорияти математикӣ ба намуди зайл ифода карда мешавад.

$$M=47,05-2,7=44,35 \text{ сарҳади поёнӣ}$$

$$M=47,05+2,7=49,75 \text{ сарҳади болоӣ}$$

$$M \in (44,35;49,75)$$

Фосилаи боваринок барои тамоили миёнаи квадратӣ бо эҳтимолияти $\gamma=0,95$ бо ифодаи зайл муайян карда мешавад $\sigma(i-q)$; $\sigma(i+q)$; барои $n=53$ $\gamma=0,95$ $q=0,21$ мебошад.

$$\text{Он гоҳ: } \sigma(i-q)=9,81(1-0,21)=7,75$$

$$\sigma(i+q)=9,81(1+0,21)\approx 11,9$$

$$\sigma \in (7,75; 11,9).$$

Натиҷаҳои ҳисоби омори математикӣ нишон медиҳанд, ки омори таҳқиқшаванда ба қонуни тақсимои нормалӣ мутобиқат мекунад.

Адабиётҳои истифодашуда

1. Шерматов М., Фаффоров А.Б. Алгоритмиҳои ташаккули тақсимои статистикуи интихоб// Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, бахши илмҳои табиатшиносӣ, Душанбе, №3, 2020. – с.25-36.
2. Шабанов В.В., Шаршеев Э.С. Статистические параметры распределение осадков//Природообустройство (серия мелиорация и рекультивация, экология), Москва, №3, 2009. - с.13-23.
3. Гулахмадов А.А. Оценка трендов и магнитудных изменений осадков за последние десятилетия в бассейне реки Кафирниган//Вестник педагогического университета (серия географические науки), Душанбе, № 1-2 (9-10), 2021. – с.8-17.

ОЦЕНКА СРЕДНЕМНОГОЛЕТНЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТА БАССЕЙНА РЕКИ КАФИРНИГАН

Муҳибуллоев Н.М., Шарифзода Ш., Саидов Ш., Амирзода О.Х.

Аннотация. В работе проведена оценка среднемноголетнего изменения осадков на примере бассейна реки Кафирниган на основе данных гидрологического поста “Дагана” с использованием метода математической статистики. Определена зависимость границ интервалов и среднее значение интервалов с учетом относительной плотности частоты и частоты интервалов.

Для оценки гипотезы исследования была использована критерия Пирсона, где было рассчитано наблюдаемое значение критерия Пирсона. Результаты расчета математической статистики показывают, что исследуемая статистика соответствует закону нормального распределения.

Ключевые слова. Изменения осадков, математическая статистика, случайные величины, закон нормального распределения, критерий Пирсона.

ASSESSMENT OF LONG-TERM AVERAGE PRECIPITATION CHANGES USING THE METHOD OF MATHEMATICAL STATISTICS BASED ON DATA FROM THE HYDROPOST IN THE KAFIRNIGAN RIVER BASIN

Mukhibulloev N.M., Sharifzoda Sh., Saidov Sh., Amirzoda O.Kh.

Abstract. This study assesses long-term average precipitation changes in the Kafirnigan River basin based on data from the "Dagana" hydropost using the method of mathematical statistics. The dependence of interval boundaries and average interval values was determined, taking into account relative density and interval frequency.

The Pearson criterion was used to test the research hypothesis, and the observed value of the criterion was calculated. The results of the mathematical statistics calculations show that the studied data conform to the law of normal distribution.

Keywords: precipitation changes, mathematical statistics, random variables, normal distribution law, Pearson criterion.

Маълумот дар бораи муаллифон: Муhibуллоев Неъматулло Муhabатуллоевич, докторанти PhD, ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ. Тел.: 988013979, E-mail: mukhibullov@list.ru; Шарифзода Шухрат Курбон – н.и.т., дотсенти ДТТ ба номи акад. М. Осимӣ. Тел.: 110820505, E-mail: shukhrat.s@inbox.ru; Саидов Шодӣ, муаллими калони ДТТ ба номи акад. М. Осимӣ. Тел.: 904615878, E-mail: mukhibullov@list.ru; Амирзода Ориф Хамид – доктори илмҳои техникӣ, дотсент, директори Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. Тел.: 987387272, E-mail: orif2000@mail.ru

Сведения об авторах: Муhibуллоев Неъматулло Муhabатуллоевич, докторант PhD, ТТУ им. акад. М.С.Осимӣ. тел.: 988013979, E-mail: mukhibullov@list.ru; Шарифзода Шухрат Курбон – к.т.н., доцент ТТУ имени акад. М. Осимӣ. Тел.: 110820505, E-mail: shukhrat.s@inbox.ru; Саидов Шоди, старший преподаватель, ТТУ имени акад. М. Осимӣ, тел.: Тел.: 904615878, E-mail: mukhibullov@list.ru; Амирзода Ориф Хамид - доктор технических наук, доцент, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии, НАНТ. Тел.: 987387272, E-mail: orif2000@mail.ru

Information about authors: Muhibullov Nematullo Mukhabatulloevich, doctorant of PhD, TTU named after acad.M.Osimi. tel.: 988013979, E-mail: mukhibullov@list.ru; Sharifzoda Shuhrat Kurbon – candidate of technical sciences, - dotsent, TTU named after acad.M.Osimi. tel.: 110820505, E-mail: shukhrat.s@inbox.ru; Saidov Shodi, senior teacher, TTU named after acad.M.Osimi. tel.: 988013979, E-mail: mukhibullov@list.ru; Amirzoda Orif Hamid - Doctor of Technical Sciences, dotsent, Director of the Institute of water problems, hydropower and ecology of the NAST, tel.: 987387272, E-mail: orif2000@mail.ru

УДК 591.54

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ЧАСТИ УЩЕЛЬЯ РЕКИ ВАРЗОБ

Кариева Ф.А., Халилов Д., Курбон Н.Б.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация: В данной статье говорится о климатических особенностях верхней и средней части ущелья реки Варзоб. Верхняя часть ущелья реки Варзоб характеризуется преобладающим значением безлесных типов растительного покрова – крупнотравных полусаванн, высокогорных лугов, трагакантников, степей и пустошей. Климатические условия этой части ущелья могут быть охарактеризованы наблюдениями двух станций: Зидды – на высоте 2200 м и Анзоб – на высоте 3380 м.

Зима здесь холодная и суровая. Отрицательная среднемесячная температура воздуха держится у нижней границы этой части ущелья с ноября по март включительно, а у высокогорной станции Анзоб – с октября по апрель. Во все месяцы года, кроме июля и августа, здесь могут наблюдаться дни с морозом, когда в течение суток температура может опускаться ниже нуля, на станции же Анзоб такое понижение возможно один раз в 1-2 года даже в июле и в августе. Средняя температура января колеблется от -7-80 (станция Зидды) до -130 (станция Анзоб). Зимние месяцы холодные, ветреные, снежные. Даже у нижней границы пояса в дневные часы повышение температуры выше нуля при благоприятных погодных условиях случается нечасто.

В средней части ущелья господствующим типом растительности являются широколиственные леса. Эти леса у нижней границы своего распространения, до высоты 1200 (1500) м обогащены элементами шибляка, у верхней границы на высоте более 2000 м, - элементами термофильных арчовников. Климатические условия этой части ущелья могут быть охарактеризованы данными наблюдений двух метеорологических станций: станции Гушары, расположенной у нижней границы средней части ущелья, и станции Ходжа-Оби-Гарм, находящейся у верхней ее границы.

При несколько более низкой летней температуре весна наступает здесь позднее, осень раньше, вегетационный период становится короче, а зима продолжительнее. Осадков выпадает больше, чем в нижней части ущелья, снеговой покров сходит сходит позже, в связи с чем почва сохраняет влагу дольше. Средняя часть ущелья реки Варзоб является зоной максимального увлажнения. Следует, однако, иметь в виду, что максимальное количество осадков, так же как и в нижней части ущелья, приходится на холодное время года, летом же, когда влага при высокой темпера-

туре и сильном испарении особенно нужна растительности, осадков выпадает ничтожно малое количество.

Ключевые слова: *верхняя часть ущелья, средняя часть ущелья, река Варзоб, снеговой покров, станция Анзоб, станция Гушары, рельеф, относительная влажность, влагосодержание, климатические особенности.*

Верхняя часть ущелья реки Варзоб характеризуется преобладающим значением безлесных типов растительного покрова – крупнотравных полусаванн, высокогорных лугов, трагакантников, степей и пустошей. Климатические условия этой части ущелья могут быть охарактеризованы наблюдениями двух станций: Зидды – на высоте 2200 м и Анзоб – на высоте 3380 м.

Зима здесь холодная и суровая. Отрицательная среднемесячная температура воздуха держится у нижней границы этой части ущелья с ноября по март включительно, а у высокогорной станции Анзоб – с октября по апрель. Во все месяцы года, кроме июля и августа, здесь могут наблюдаться дни с морозом, когда в течение суток температура может опускаться ниже нуля, на станции же Анзоб такое понижение возможно один раз в 1-2 года даже в июле и в августе. Средняя температура января колеблется от -7-80 (станция Зидды) до -130 (станция Анзоб). Зимние месяцы холодные, ветреные, снежные. Даже у нижней границы пояса в дневные часы повышение температуры выше нуля при благоприятных погодных условиях случается нечасто. Средняя минимальная температура колеблется в пределах от -10-120 (станция Зидды) до -160 (станция Анзоб). При холодных вхождениях в высокогорных районах могут наблюдаться морозы свыше -20-250; абсолютный минимум на Анзобе – 360. Суточные амплитуды температуры воздуха, небольшие в холодное время года в нижней части ущелья, в высокогорной части становятся еще меньше. Максимальная облачность, как в нижней части ущелья, отмечается в зимне-весеннее время. Первый снег выпадает рано, в среднем в середине сентября – в октябре, а у верхней границы пояса даже в авгу-

сте. Однако вначале он лежит недолго, оттаивая через 1-2 дня. Устойчивый снеговой покров образуется примерно в октябре-ноябре, - на станции Анзоб средняя дата установления устойчивого снегового покрова 24 октября. Высота снегового покрова довольно значительная – по данным станции Зидды (2200 м) в марте доходит примерно до 1-2 м и больше (возможно, в результате метелевого сноса с более высоких участков), а по данным станции Анзоб – до 176 см. Ветры, усиливаясь с высотой, достигают максимальных значений в перевальной седловине у гребня Гиссарского хребта. Большие скорости ветра, обусловленные не только высотой, но и условиями рельефа – перевальным положением станции, наблюдаются почти круглый год, особенно зимой, когда нередко ветры со скоростью более 15 м/сек., при максимальной 40 м/сек. Зимой преобладают ветры южных румбов; это говорит о том, что они определяются условиями общей циркуляции атмосферы и несколько видоизменены условиями рельефа. При сильных ветрах нередко метели, иногда довольно сильные, которые могут наблюдаться 10-15 дней в месяц [1].

Весна начинается поздно. Переход среднемесячной температуры через 00 на высоте 2400-2600 м наблюдается в первой половине апреля, на высоте 3200 м - в начале мая, а на Анзобе – к концу этого месяца. Апрель еще холодный месяц. Переход среднесуточной температуры через 50 на высоте 2500-2600 м приходится на середину мая, а на Анзобе – на середину июня. Период со среднесуточной температурой выше 100 короче. Снеговой покров сходит в мае у нижней границы пояса и в июне на станции Анзоб, а дни с выпадением снега (не образующего устойчи-

вого покрова) наблюдаются и позже. На станции Анзоб снег местами не стаивает и в июле-августе, сохраняясь в понижениях рельефа до выпадения нового снега осенью. Осадки в виде снега могут выпасть один раз в 1 или 2 года даже в июле и августе. Устойчивый снеговой покров лежит около полугода. Активизация циклонической деятельности на юге Средней Азии обуславливает на равнинах и в предгорьях обильные осадки, а в высокогорьях – сильные снегопады.

Весной, начиная с марта, при увеличивающихся солнечной радиации и прозрачности воздуха, особенно значительной в высокогорной области, при уменьшении числа пасмурных дней, нарастание температуры воздуха идет все-таки медленнее, чем в нижней части ущелья, так как большое количество тепла тратится на таяние снегового покрова. Это время хотя и характеризуется постепенным повышением температуры воздуха, но при обильных снегопадах высота снегового покрова продолжает увеличиваться. В апреле среднемесячная температура положительная почти до высоты 3000 м, однако снег лежит еще довольно долго, особенно, как было уже сказано, на склонах северных экспозиций и в пониженных частях рельефа.

После стаивания снегового покрова, в среднем в мае (с конца апреля по июнь, запаздывая снизу вверх), начинается более интенсивное прогревание земной поверхности и воздуха. Несмотря на увеличение числа ясных дней по сравнению с зимними месяцами (около 10 дней в месяц), все же облачность весной еще велика. Если зимой она определялась 5-7 баллами при максимуме в марте 7-8 баллов, то в апреле и мае начинает уменьшаться, а летом и в начале осени равняется в среднем 1-3 баллами. Влагосодержание воздуха весной определяется 2-3 мб (в зимние месяцы увеличивается до 5-7 мб). Относительная влажность также несколько увеличивает-

ся, достигая максимума в марте (например, на Анзобе даже днем почти 80%), затем постепенно снижается.

Лето прохладное, сухое; нередко наблюдаются дни, когда относительная влажность ниже 30 и даже 20%. Число таких дней в году в среднем 90-120. Суточные колебания температуры увеличиваются летом. Среднемесячная температура воздуха в июне изменяется от 16-170 (станция Зидды) до 110 (станция Анзоб). Ветры бывают довольно сильными, более 20 м/сек. Сентябрь сухой и сравнительно теплый. Переход среднесуточной температуры через 100 у нижней границы происходит в конце сентября. В середине октября на Анзобе средняя температура за сутки составляет менее 50. В октябре уже начинают выпадать осадки: на высоте 2400-2600 м около 30-50 мм в месяц, а на перевале Анзоб – 13 мм, притом нередко уже в твердом виде. Выше 2600 м в ноябре среднемесячная температура ниже нуля, а на Анзобе в это время она равняется -6.10. Продолжает увеличиваться количество осадков – до 70 – 90 мм на станции Зидды и до 20-21 мм на Анзобе. Осенние заморозки начинаются в середине сентября, а в некоторые годы даже в августе.

В средней части ущелья господствующим типом растительности являются широколиственные леса. Эти леса у нижней границы своего распространения, до высоты 1200 (1500) м обогащены элементами шибляка, у верхней границы на высоте более 2000 м, - элементами термофильных арчовников. Климатические условия этой части ущелья могут быть охарактеризованы данными наблюдений двух метеорологических станций: станции Гушары, расположенной у нижней границы средней части ущелья, и станции Ходжа-Оби-Гарм, находящейся у верхней ее границы [1].

При несколько более низкой летней температуре весна наступает здесь позднее, осень раньше, вегетационный пери-

од становится короче, а зима продолжительнее. Осадков выпадает больше, чем в нижней части ущелья, снеговой покров сходит сходит позже, в связи с чем почва сохраняет влагу дольше. Средняя часть ущелья реки Варзоб является зоной максимального увлажнения. Следует, однако, иметь в виду, что максимальное количество осадков, также как и в нижней части ущелья, приходится на холодное время года, летом же, когда влага при высокой температуре и сильном испарении особенно нужна растительности, осадков выпадает ничтожно малое количество. Облачность здесь незначительно большая, чем в нижней части ущелья, причем различие резко выражено в летнее время, когда в горах развивается конвективная кучевая облачность.

В летнее время в этой части ущелья возникает горно-долинная циркуляция. Днем нагретый воздух по долине перемещается вверх (долинный ветер), а ночью, меняя свое направление, дует вниз (горный ветер). Долинный ветер обычно сильнее горного, но наибольшая его скорость составляет всего 2-4 м/сек. Утром и вечером ветер стихает. Смена направлений ветра наблюдается дважды в сутки – в 9-10 часов и 20-22 часа. К осени, по мере уменьшения прихода тепла и сокращения продолжительности дня, утром смена направления ветра запаздывает, а вечером наступает раньше. К зиме долинный ветер прекращается вообще и в продолжение суток дует только горный ветер с несколько большей скоростью, в среднем до 4-7 м/сек. Летом смена направления горного и долинного ветров наблюдается регулярно в установившуюся тихую погоду и нарушается только под влиянием движения воздуха большего масштаба – общей атмосферной циркуляции, например, при прохождении фронта, во время вхождения другой воздушной массы. Иссушающее действие горно-долинных ветров менее сильно проявляется в средней части

ущелья, так как здесь при более низкой температуре воздуха увеличивается его относительная влажность. Горный же ветер, переносящий более холодный воздух вниз, не приносит с собой влаги, но может создавать прохладу, особенно заметную в жаркое время года [2].

По наблюдениям на станции Гушары, ветры в средней части ущелья имеют преобладающее направление с северо-востока на юго-запад, соответствующее ориентировке ущелья, а по данным станции Ходжа-Оби-Гарм, расположенной в боковом ущелье, - с северо-запада на юго-восток, т.е. соответственно общему его направлению.

В средней части ущелья континентальность климата смягчается, что проявляется в виде несколько уменьшающейся амплитуды колебания температуры, но междугодная изменчивость температуры воздуха и количества выпадающих осадков здесь еще довольно значительна.

Зима мягкая. Температура самого холодного месяца – января колеблется от -1 до 30, соответственно понижаясь с высотой. На станции Гушары средняя температура января -1.50, на станции Ходжа-Оби-Гарм -2.40, а на высоте 2400 м около -60. С высотой зима становится менее мягкой, так как вместе с понижением температуры усиливается и ветер. Так же как и в нижней части ущелья, здесь наблюдаются отклонения температуры от многолетней средней в отдельные годы. По станции Гушары абсолютный минимум составляет -290. Хотя на среднемесячной температуре воздуха незаметно ее инверсионное распределение, однако в зимние месяцы, при значительных похолоданиях, бывают дни, когда на высокогорных станциях наблюдается более высокая температура, чем на станциях, расположенных ниже. При смене погоды, которая в это время происходит довольно часто, инверсия разрушается.

Несмотря на отрицательные значения среднемесячной температуры воздуха, в средней части ущелья, особенно у нижней его границы, дней без оттепели мало: на станции Гушары в январе всего 3 дня, а на станции Ходжа-Оби-Гарм 11 дней. Облачность зимой максимальная в году. Различия заключаются в том, что с высотой облачность несколько увеличивается, а в высокогорьях меняется и ее режим. На станции Гушары облачность зимой в среднем 5-7 баллов, в марте доходит до 7.7 баллов. Пасмурных же дней, когда облачность более 8 баллов, даже в зимние месяцы меньше половины. Только в марте их бывает 16-17. Влагосодержание воздуха, как и в нижней части ущелья, невелико, иногда даже меньше (соответственно более низкой температуре). Относительная влажность в дневные часы (13 часов) по станции Гушары составляет 50-60 % и только на высоте станции Ходжа-Оби-Гарм повышается до 65-70 %.

Количество атмосферных осадков с высотой увеличивается, причем увеличение идет за счет зимне-весенних месяцев, когда максимум в годовом ходе осадков выражен также четко, как и в нижней части ущелья; лето же бездождное, засушливое. Средняя часть ущелья является зоной максимального количества выпадающих осадков и максимального увлажнения. Наиболее высоко расположенной (1807 м) является станция Ходжа-Оби-Гарм, где в среднем выпадает около 1500 мм осадков в год. Пост Зидды (на высоте 2200 м) регистрирует уже некоторое уменьшение количества осадков. Однако следует учитывать расположение этой станции в котловине, защищенной почти со всех сторон горными склонами, что затрудняет использование данных наблюдений для сравнения, особенно в холодный период года, когда выпадают твердые осадки. Кроме того, в это время в условиях высокогорной области показания осадкомера могут быть несколько заниженными.

Снеговой покров у нижней границы средней части ущелья неустойчив, но с высотой, с удлинением периода с отрицательной температурой, устойчивость его увеличивается. По наблюдениям на станции Гушары, снеговой покров появляется в середине декабря и лежит около 80 дней, до марта включительно.

По данным станции Ходжа-Оби-Гарм, снег здесь лежит уже в среднем 115 дней и сходит в последних числах марта. У верхней границы средней части ущелья снег, сдуваемый ветром со склонов, может скапливаться в защищенных от ветра участках и достигать здесь еще большей глубины. Высота снегового покрова, как в продолжительность залегания, варьирует в зависимости не только от абсолютной высоты места, но и от экспозиции склонов и форм рельефа. По наблюдениям на станции Кондара, у нижней границы средней части ущелья постоянный снеговой покров зимой сохраняется только на северных склонах, не задерживаясь долго на южных.

Весна у верхней границы средней части ущелья наступает позднее. В марте среднемесячная температура воздуха становится положительной до высоты 2200 м.

Последние заморозки на почве, на высоте около 1300 м, наблюдаются с конца марта до конца апреля. Май уже теплый месяц, особенно на высоте 1200-1500 м. На высоте же 2200-2400 м среднемесячная температура колеблется от 9 до 120, поднимаясь в дневные часы до 15-160.

Лето жаркое и сухое (особенно июль и август). На высоте станции Ходжа-Оби-Гарм средняя температура июля доходит до 220, августовская температура близка к июльской и составляет 21.70, а на высоте станции Гушары и в сентябре превышает 200. Относительная влажность воздуха около 20 % в дневные часы. Увеличение количества осадков с высоко-

той, столь заметное зимой и весной, летом совершенно незначительное.

Сентябрь еще теплый месяц. Переход среднесуточной температуры через 100 на станции Гушары в среднем происходит 28 октября, а на станции Ходжа-Оби-Гарм – 18 октября. Переход через 50 отмечается в конце ноября. Первые морозы бывают в начале ноября.

Если нижнюю границу древесной растительности определяет увлажнение, то верхняя граница распространения зависит в основном от температуры. В высокогорных районах верхнюю границу распространения деревьев и кустарников определяют несколько иные условия. В горах распространению леса вверх препятствует комплекс неблагоприятных для его произрастания метеорологических условий.

Литература:

1. Овчинников П.Н. – Флора и растительность ущелья реки Варзоб к проблеме освоения биологических ресурсов Памиро-Алая, 1971, с.28-32.
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. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. – М.: Московский университет, 1974. с.210.
8. Алисов Б.П., Дроздов О.А., Рубинштейн Е.С. Курс климатологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. с. 488.
9. Андронов А.А., Витт А.А. К теории захватывания Ван-дер-Поля / Собрание трудов А.А.Андропова. – М.: АН СССР, 1956. с. 51–64.
10. Анисимов М.В., Бышев В.И., Залесный В.Б., Мошонкин С.Н. Междекадная изменчивость термической структуры вод Северной Атлантики и ее климатическая значимость // ДАН, 2012. Т. 443. №3. с. 372–376.

ХУСУСИЯТҲОИ ИҚЛИМИИ ҚИСМИ БОЛОӢ ВА МИЕНАИ ДАРАИ ДАРӢИ ВАРЗОБ

Қориева Ф.А., Халилов Д., Қурбон Н.Б.

Аннотатсия: Дар ин мақола дар бораи хусусиятҳои иқлимии қисми болоӣ ва миёнаи дараи дарёи Варзоб сухан меравад. Қисми болоии дараи дарёи Варзоб бо аҳамияти асосии намудҳои бе-манзари нӯшиши растани нимсаваннаҳои калонҳаҷм, чарогоҳҳои баландқӯҳӣ, трагакантникҳо, даштҳо ва биебонҳо хос аст. Шароити иқлими ин қисми даштро бо мушоҳидаҳои ду истгоҳ тавсиф кардан мумкин аст: Зидди дар баландии 2200 м ва Анзоб дар баландии 3380 м. Зимистон дар ин ҷо сард ва сахт аст. Ҳарорати миёнаи манфии ҳаво дар сарҳади поени ин қисми дашт аз ноябр то март ва дар назди истгоҳи баландқӯҳ Анзоб аз октябр то апрел нигоҳ дошта мешавад. Дар тамоми моҳҳои сол, ба истиснои июл ва август, дар ин ҷо рӯзҳои сардӣ мушоҳида карда мешаванд, ки дар давоми як шабонарӯз ҳарорат метавонад аз сифр наст шавад, дар пойгоҳи Анзоб чунин настишавӣ ҳатто дар моҳҳои июл ва август дар 1-2 сол як маротиба имконпазир аст. Ҳа-

рорати миенаи январ аз-7-80 (пойгоҳи Зидди) то – 130 (пойгоҳи Анзоб) фарқ мекунад. Моҳҳои зимистон сард, шамолу борон ва барфӣ мебошанд. Ҳатто дар сарҳади поени камарбанд дар соатҳои рӯзона баландиавии ҳарорат аз сифр дар шароити мусоиди обу ҳаво кам рух медиҳад. Дар қисмати миенаи дашт намуди асосии наботот ҷангалҳои васеърӯй мебошанд. Ин ҷангалҳо дар сарҳади поени паҳнави худ, то баландии 1200 (1500) м бо унсурҳои шибляк, дар сарҳади болоӣ дар баландии зиёда аз 2000 м бо унсурҳои арчовникҳои термофилий боӣ карда шудаанд. Шароити иқлими ин қисми дашт метавонад бо маълумоти мушоҳидаҳои ду истгоҳи метеорологӣ тавсиф карда шавад: истгоҳи Гушари, ки дар наздикии сарҳади поени қисми миенаи дашт ҷойгир аст ва истгоҳи Хоҷа-Оби-Гарм, ки дар наздикии сарҳади болоии он ҷойгир аст. Дар ҳарорати каме пасттари тобистон баҳор дар ин ҷо дертар, тирамоҳ пешиар фаро мерасад, давраи растанипарварӣ кӯтоҳтар ва зимистон дарозтар мешавад. Боришот нисбат ба қисми поени дашт зиёдтар аст, нӯшиши барф дертар аз байн меравад, бинобар ин хок намро дарозтар нигоҳ медорад. Қисми миенаи дараи дареи Варзоб минтақаи ҳадди аксар намӣ мебошад. Аммо бояд дар хотир дошт, ки миқдори ҳадди аксар боришот, ба монанди қисми поени дашт, ба фасли сарди сол рост меояд, дар тобистон, вақте ки намӣ дар ҳарорати баланд ва бухориавии шадид мушоҳида мегардад, растанихо ба боришот ниез доранд.

Калидвожаҳо: қисми болоии дашт, қисми миенаи дашт, дареи Варзоб, нӯшиши барф, пойгоҳи Анзоб, пойгоҳи Ҳушиёрӣ, рельеф, намии нисбӣ, намӣ, хусусиятҳои иқлимӣ.

CLIMATIC FEATURES OF THE UPPER AND MIDDLE PART OF THE VARZOB RIVER GORGE

Karieva F.A., Khalilov D., Kurbon N.B.

Abstract: This article talks about the climatic features of the upper and middle part of the Varzob river gorge. The upper part of the Varzob river gorge is characterized by the predominant importance of treeless types of vegetation cover – coarse-grained semi-savannas, alpine meadows, tragacanth, steppes and wastelands. The climatic conditions of this part of the gorge can be characterized by observations of two stations: Ziddy – at an altitude of 2200 m and Anzob – at an altitude of 3380 m. Winter is cold and harsh here. The negative average monthly air temperature remains at the lower border of this part of the gorge from November to March inclusive, and at the high-altitude station Anzob – from October to April. In all months of the year, except July and August, there may be days with frost, when the temperature may drop below zero during the day, at the Anzob station such a decrease is possible once every 1-2 years, even in July and August. The average temperature in January ranges from -7-80 (Ziddy station) to – 130 (Anzob station). The winter months are cold, windy, and snowy. Even at the lower boundary of the belt, temperature increases above zero during daytime under favorable weather conditions are rare. In the middle part of the gorge, broad-leaved forests are the dominant type of vegetation. These forests at the lower boundary of their distribution, up to a height of 1200 (1500) m, are enriched with elements of shiblyak, at the upper boundary at an altitude of more than 2000 m, with elements of thermophilic juniper bushes. The climatic conditions of this part of the gorge can be characterized by observations from two meteorological stations: the Gushara station, located at the lower boundary of the middle part of the gorge, and the Khoja-Obi-Garm station, located at its upper boundary. At a slightly lower summer temperature, spring comes later here, autumn earlier, the growing season becomes shorter, and winter is longer. There is more precipitation than in the lower part of the gorge, the snow cover comes off later, and therefore the soil retains moisture longer. The middle part of the Varzob river gorge is a zone of maximum moisture. However, it should be borne in mind that the maximum amount of precipitation, as well as in the lower part of the gorge, falls during the cold season, in summer, when moisture at high temperatures and strong evaporation is especially needed by vegetation, precipitation is negligible.

Keywords: upper part of the gorge, middle part of the gorge, Varzob river, snow cover, Anzob station, Gushara station, relief, relative humidity, moisture content, climatic features.

Сведения об авторах: Кариева Фарангис Абдурахимовна – кандидат биологических наук, ученый секретарь Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, тел.: 919337742, E-mail: karaeva-27@mail.ru; Халилов Диловар – докторант Института водных проблем, гидроэнергетики и эко-

логии НАНТ, тел.: 939994521, E-mail: info@imoge.tj; Курбон Номвар Бойназар - кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по науке и образованию Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, тел.: 934748866, E-mail: knomvarb.0502@gmail.com

Маълумот дар бораи муаллифон: Қориева Фарангис Абдурахимовна – номзоди илмҳои биологӣ, котиби илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: 919337742, E-mail: karaeva-27@mail.ru; Халилов Диловар – докторанти Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: 939994521, E-mail: info@imoge.tj; Курбон Номвар Бойназар – номзоди илмҳои техникӣ, дотсент, муовини директор оид ба илм ва таълими Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: 934748866, E-mail: knomvarb.0502@gmail.com

About the authors: Karieva Farangis Abdurahimovna – candidate of biological sciences, scientific secretary of the Institute of water problems, hydropower and ecology of National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Bofanda 5/2 street, tel.: 919337742, E-mail:karaeva-27@mail.ru; Halilov Dilovar – PhD student of the Institute of water problems, hydropower and ecology of National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Bofanda 5/2 street, tel.: 939994521, E-mail: info@imoge.tj; Kurbon Nomvar Boynazar - candidate of technical sciences, docent, deputy director for science and education of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, tel.: 934748866, E-mail: knomvarb.0502@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОСНОВНЫХ БАССЕЙНАХ РЕК ТАДЖИКИСТАНА ЗА ЗИМНИЙ ПЕРИОД И НАЧАЛО ВЕСНЫ 2017- 2022 гг.

Каюмов А.К. , Шомахмадов А.М., Сафаров М.Т.

Целью исследования является анализ динамики накопления снежного покрова в бассейнах рек Вахи, Зеравшан, Варзоб, Кызилсу и Пяндж за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг, оценка его состояния и взаимосвязь основных метеорологических параметров (количество осадков, температура воздуха, высота снега на метеоплощадках и по данным снегомерных маршрутов).

Выявлено, что:

- усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные отклонения температуры воздуха от климатической нормы за зимний период и за начало весны (март месяц) составляли 2,0 – 2,5°С тепла, среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках, в среднем, на 134% больше климатической нормы (за зимний период и начало весны 2018 года и декабрь 2019 года - на 68-87%), а среднемесячные высоты снежного покрова по маршрутным снегосьемкам за период 2018-2021 гг. - в среднем на 108%, за исключением января-марта 2018 года, февраля 2019 года, февраля и марта 2020 года - 42 - 91%;

- исключительно малоснежным являлся март 2020 года (в среднем 42% климатической нормы), особо выделялись бассейны рек Вахи и Пяндж (8% и 32% соответственно);

- за весь исследуемый период 2017-2022 гг., наблюдается тенденция увеличения температуры воздуха от климатической нормы на 0,9°С, уменьшения среднемесячных осадков – на 29%, высоты снега на метеоплощадках – на 13%, а высоты снега по маршрутной снегосьемке – на 25 %;

Полученные уравнения и графики корреляционных связей дают возможность, при отсутствии параметров по одному из бассейнов рек или среднему по всем бассейнам, определить, в среднем, другое значение, при условии, если коэффициенты корреляции больше 0,5.

Ключевые слова: *снежный покров, маршрутная снегосьемка, среднемесячное количество осадков, отклонение температуры воздуха от климатической нормы, тенденция изменения метеорологических параметров, корреляционная связь, коэффициент корреляции.*

Введение

Во взаимодействии климатических, гидрологических и гляциологических

процессов на земном шаре сезонный снежный покров является важным звеном и одним из наиболее распространенных и

динамичных природных объектов и представляет собой мощный климатообразующий фактор, важный гидрологический ресурс и источник питания рек в весенне-летний период [9].

Среднее число дней со снежным покровом на территории страны уменьшается с запада на восток: от 245 дней на Гиссарском хребте до 45 дней на Восточном Памире.

Основные запасы снега в горах Таджикистана располагаются в зоне 2000-4000 м над уровнем моря, а зона выше 4000 м считается зоной вечных снегов и ледников [13].

Система наблюдений за снежным покровом [10, 14] представляет большую ценность для исследований изменения климата, масштабов надвигающегося водного кризиса и огромных проблем в управлении водными ресурсами, как в Центральной Азии, так и в глобальном масштабе.

До настоящего времени в Таджикистане информация о сезонном снежном покрове используется для составления

долгосрочных прогнозов речных стоков на текущий вегетационный период (апрель-сентябрь). Для этого в оперативном режиме используется, поступающая с соответствующих метеостанций страны, стандартная синоптическая информация (количество осадков, высота снега на метеоплощадках, маршрутная снегосъемка, температура воздуха и другие необходимые метеоданные). К сожалению, детальный анализ количественной и качественной связи сезонного снежного покрова с этими параметрами, не проводился.

Целью данной работы является анализ динамики накопления снежного покрова, оценка его состояния и определение взаимосвязи основных метеорологических параметров (количество осадков, температура воздуха, высота снега на метеоплощадках и по маршрутным снегосъемкам).

Территория исследования

В зону исследования входят бассейны пяти рек Таджикистана, зоны формирования стока которых находятся на территории страны.

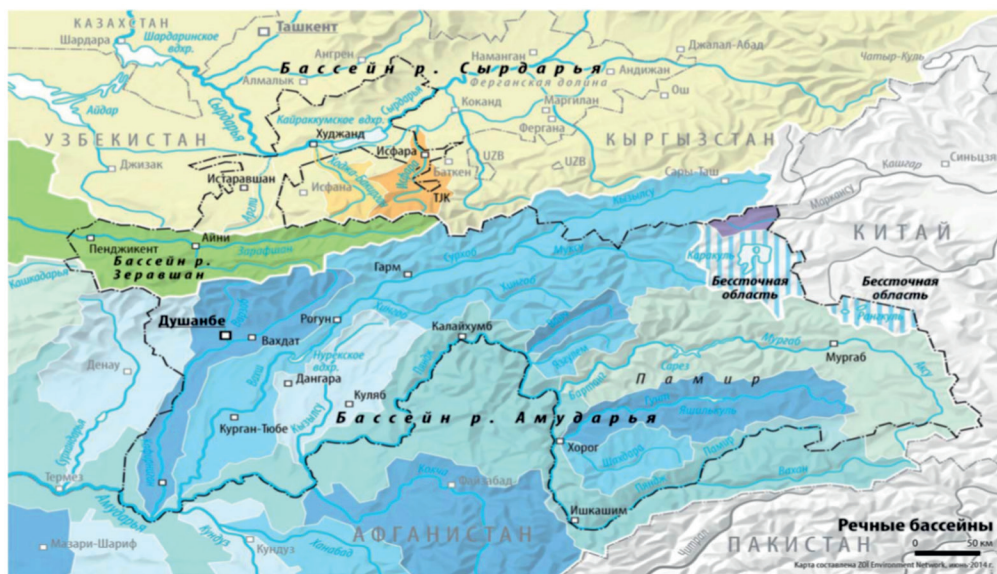


Рис. 1. Карта бассейнов основных рек Таджикистана [16].

Бассейны рек Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж расположены на территории с устойчивым снежным покровом и редкими оттепелями в течении зимнего сезона, а бассейн реки Кизилсу - в условиях с ча-

стыми оттепелями и крайне неустойчивым снежным покровом (Рис. 1).

Выбранные бассейны рек располагаются в разных климатических условиях, а высоты расположения выбранных метео-

станций над уровнем моря в этих бассейнах, в среднем, составляют: бассейн реки Кызилсу - 1300 м, Вахш - 1630 м, Варзоб - 2219 м, Зеравшан - 2541 м и Пяндж - 2160 м.

Использованные материалы

Для достижения целей настоящей работы, в настоящей работе, были использованы следующие материалы и данные по 20 станциям, находящимся в различных физико-географических условиях, в бассейнах рек Вахш, Пяндж, Зеравшан, Варзоб и Кызилсу, имеющих непрерывный ряд наблюдений за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг.:

- количество осадков, максимальная и минимальная температура воздуха, и высота снега на метеоплощадках метеостанций [2];

- отчеты маршрутных снегосъемок в бассейнах рек страны [12].

Были также использованы отчеты, декадных гидрологических бюллетеней и месячные обзоры, сложившихся в Республике Таджикистан, гидрометеорологических условий за период 2017-2022 годов [4, 8], годовые обзоры стихийных гидрометеорологических явления за период 2009, 2014-2017гг. [3], а также приведенная в других источниках информация, посвященная изучению динамики снежного

покрова в условиях изменения климата [1, 7, 10, 11,15].

Методика анализа данных

В основу методики анализа данных, в данной работе, был положен статистический анализ и сопоставление фактических метеорологических параметров, с использованием Excel программы, заключающийся в сопоставлении фактических метеорологических параметров со среднеголетними климатическая нормами, определении их взаимосвязи по различным бассейнам рек. Анализ данных проводился в месячном разрешении.

Краткая характеристика количества осадков за зимний и весенний периоды 2017-2022 гг.

Определенные по ежедневным (за исключением выходных и праздничных дней) гидрометеорологическим бюллетеням Агентства по гидрометеорологии [4], средние значения количества дней с выпавшими осадками показали, что в течение 720 дней зимнего периода (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг., осадки выпали 306 дней: из них 108 дней в виде дождя и 198 дней в виде снега и мокрого снега. Большую долю осадков составляет снег и мокрый снег (57-72%), а меньшую - дожди (28-43%), в среднем 35% и 65%, соответственно (Табл. 1).

Таблица 1

Среднее количество дней с осадками и их процентное соотношение (через дробь) за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

Осадки	Годы						В среднем за период (дней)
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Дожди	19/39%	20/33%	16/33%	13/28%	21/43%	19/36%	108/35%
Снег	30/61%	40/67%	32/67%	34/72%	28/57%	34/64%	198/65%
Итого:	49	60	48	47	49	53	306

В Табл. 2 приведены среднемесячные значения количества осадков на метеоплощадках (далее, средне месячные осадки) по отдельным бассейнам рек и в среднем по всем бассейнам, за зимний период

и начало весны 2017-2022 гг., в процентах к норме.

Видно, что среднемесячные осадки в течение зимнего периода и начала весны 2017-2022 гг., в среднем по отдельным, а

также по всем бассейнам, ниже климатической нормы и изменялись от 57 % до 74%, составляя, в среднем по бассейнам 67%.

В марте 2020 года и январе 2021 годов наблюдалось катастрофически сильное уменьшение среднемесячных осадков от климатической нормы почти по всем бассейнам рек (2-12 %), а особенно, в бассейнах рек Вахш и Пяндж (2-7 %), что вероятно связано с непрерывным воздействием юг и юго-западной волны тепла в это время, приведшая к умеренно теплой погоде и дефициту осадков.

Только в течение декабря 2016, января 2017, февраля 2018, января и февраля 2019, февраля 2020 и января 2022 годов среднемесячные осадки, почти по всем бассейнам были больше (102-142%) или около климатической нормы (98%), исключением являлись бассейны рек Варзоб (декабрь 2016 год), Зеравшан (январь 2022 г.) и Кызылсу (декабрь 2016 г., февраль 2019 и февраль 2020 г.) и Пяндж (февраль 2019 г. и февраль 2020 г.), где осадки составляли 55-93% от климатической нормы (Табл. 2).

Таблица 2.

Количество средне месячных осадков за период
2017-2022гг. по бассейнам рек (в % к норме)

Годы и месяцы		Бассейны					В среднем, %
		Вахш	Зеравшан	Варзоб	Кызылсу	Пяндж	
2016	ХII	118	109	55	63	179	105
2017	I	148	116	138	133	168	141
	II	78	104	62	36	88	74
	III	63	38	38	43	46	46
2017	ХII	21	24	33	31	62	34
2018	I	36	21	36	27	27	29
	II	147	196	135	104	130	142
	III	96	95	76	64	64	79
2018	ХII	34	21	37	55	37	37
2019	I	127	184	93	102	126	126
	II	127	115	127	79	91	108
	III	25	35	21	12	24	23
2019	ХII	15	13	34	9	9	16
2020	I	52	54	70	39	25	48
	II	108	124	122	73	63	98
	III	7	25	13	19	2	13
2020	ХII	65	13	19	44	117	52
2021	I	31	12	7	21	21	18
	II	47	46	83	59	62	59
	III	88	101	52	51	113	81
2021	ХII	50	28	40	67	54	48
2022	I	120	69	114	100	106	102
	II	40	35	43	81	41	48
	III	110	67	74	62	131	89
В среднем:		73,0±44,1	68,5±53,2	63,4±40,0	57,3±31,8	74,4±49,9	67,4±39,5

Усредненные за зимний период и начало весны среднемесячные осадки, в среднем по всем, а также по отдельным бассейнам рек, ниже климатической нормы, а значения количество осадков за зимний период (62-78%), особенно за январь и февраль месяцы (70-103 %), в среднем по

всем бассейнам, больше чем за начало весны (42-65%) в 1,3-1,6 раз.

В целом за весь зимний период и начало весны (март) 2017-2022 гг., наблюдается тенденция уменьшения осредненных по всем бассейнам среднемесячных значений количества осадков на 29 % (Рис.2).

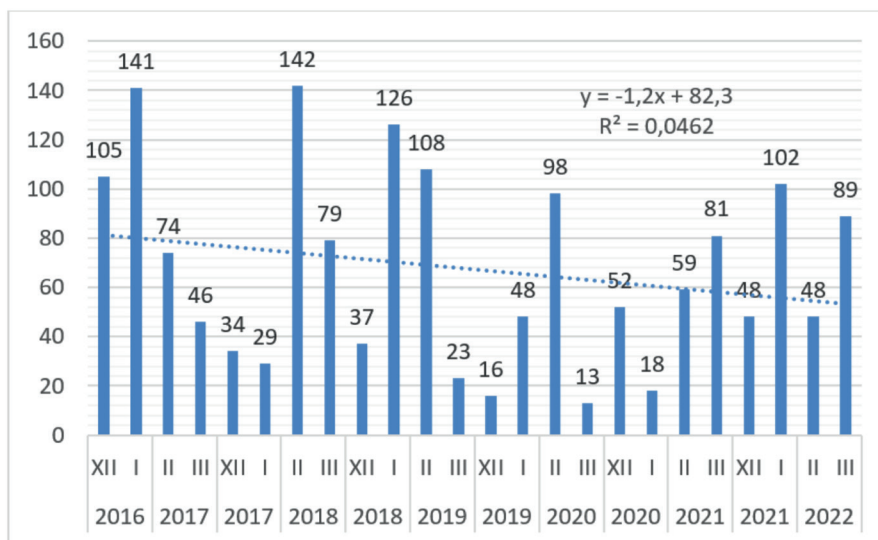


Рис. 2. Усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные осадки, в процентах к климатической норме за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

Высокие значения коэффициентов корреляций (0,57-0,98) между среднемесячными осадками, как по отдельным

бассейнам, так и осредненными по всем бассейнам рек (Табл.3), свидетельствуют о почти их синхронном изменении.

Таблица 3.

Корреляционная матрица средне месячных осадков по бассейнам рек за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

Бассейны	Зеравшан	Варзоб	Кызылсу	Пяндж	Среднее по бассейнам
Вахш	0,86	0,89	0,83	0,85	0,98
Зеравшан		0,79	0,69	0,67	0,91
Варзоб			0,83	0,57	0,88
Кызылсу				0,71	0,88
Пяндж					0,85

Краткий обзор данных температуры воздуха по бассейнам рек за период 2017-2022 гг.

Результаты анализа показали, что усредненные по отдельным бассейнам рек среднемесячные отклонения температу-

ры воздуха за зимний период (декабрь, январь и февраль) и начало весны (март месяц) 2017 – 2022 гг., оказались больше климатической нормы и менялись от +1,5 до +3,2°C (Табл. 4).

Таблица 4.

Значения среднемесячных отклонений температуры воздуха от климатической нормы по бассейнам рек Таджикистана, за период 2017-2022 гг., в °С

Годы	Месяцы	Вахш	Заравшан	Варзоб	Кызилсу	Пяндж	Среднее по бассейнам
2016	ХII	2,0	3,1	2,8	2,4	3,7	2,8
	I	1,1	0	1,7	3,9	0,2	1,4
2017	II	0,3	0,1	0	-1,3	0,2	-0,1
	III	0,1	0,2	-0,5	1,9	-0,1	0,3
2017	ХII	1,1	0,2	0,2	0,9	2,1	0,9
	I	4,8	2,8	3,4	2,3	3,1	3,3
2018	II	4,7	3,2	3,3	5,0	3,5	3,9
	III	4,9	4,0	4,2	6,3	4,8	4,8
2018	ХII	2,2	1,0	1,0	2,2	1,9	1,7
	I	1,3	0	1,8	3,0	-1,1	1,0
2019	II	1,2	0,9	1,3	1,8	-0,1	1,0
	III	1,2	1,7	0,7	3,8	0,8	1,6
2019	ХII	2,0	2,5	1,6	4,6	0,4	2,2
	I	-1,0	-1,6	-1,7	0,6	0,1	-0,7
2020	II	4,0	3,8	3,6	4,8	4,2	4,1
	III	3,7	3,7	2,5	4,5	4,2	3,7
2020	ХII	-2,0	-0,4	-0,8	1,0	-2,1	-0,9
	I	1,2	2,2	2,3	3,9	1,9	2,3
2021	II	6,7	5,1	6,9	7,7	4,1	6,1
	III	2,2	1,1	1,4	2,0	1,5	1,6
2021	ХII	1,5	1,5	1,1	1,6	0,7	1,3
	I	1,6	1,4	2,2	4,9	0,3	2,1
2022	II	2,5	1,6	2,2	3,2	0,3	2,0
	III	3,0	3,2	2,9	5,1	2,5	3,3
В среднем:		2,1±1,97	1,7±1,66	1,8±1,82	3,2±2,03	1,5±1,87	2,1±1,73

Самыми теплыми были декабрь 2016 г., весь 2018 г., декабрь 2019 г., февраль и март 2020 г., февраль 2021 г. и весь 2022 год (от + 2,0 до + 6,1°С).

За 2017-2022 гг. самым теплым оказался бассейн реки Кызилсу, где усредненные за весь период отклонения среднемесячных значений температуры воздуха составляли + 3,2°С, а сами значения менялись от - 1,3 до + 5,1°С, далее следуют бассейны рек Вахш, Варзоб, Зеравшан и Пяндж, где усредненные за весь период отклонения, составляли 1,5-2,1°С тепла,

а сами значения менялись от -2,1°С до + 7,7°С.

Самыми холодными оказались февраль 2017 года (- 0,1°С), а также январь и декабрь 2020 г. (от -0,7 до -0,9°С), за исключением рек Кызилсу и Пяндж, но и они не были особенно теплыми (0,1-0,6°С).

В бассейне реки Пяндж среднемесячные отклонения температуры воздуха в декабре 2020 г., были меньше климатической нормы и составляли -2,1°С, а за весь

другой период они изменялись от - 0,1°С до + 4,9°С.

За зимний период и начало весны 2017-2022 гг. отклонения среднемесячных значений температуры воздуха по исследуемым бассейнам рек, были в основном выше нормы, и можно заключить, что зимний период и начало весны 2017-2022 гг. были в основном теплыми.

Усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные значения отклонений температуры воздуха от климатической нормы за зимний период 2017-2022 гг. составляли 1,3-2,8°С и в среднем 2,0°С тепла, за начало весны (март месяц) – 1,9-3,9°С и в среднем 2,5°С тепла.

Наиболее теплым оказался февраль (в среднем 2,8°С, а по отдельным бассейнам 2-3,5°С тепла), а наименее теплым - декабрь и январь месяцы (1-2°С по отдельным бассейнам рек и 1,3°С тепла, в среднем по всем бассейнам). По бассейнам рек Зеравшан и Пяндж эти значения составляют соответственно 0,8 и 1,1°С тепла.

Значительные значения коэффициентов корреляции между среднемесячными отклонениями температуры воздуха от климатической нормы, как по отдельным бассейнам рек, так и их усредненными по всем бассейнам рек значениями (Табл. 5), за период 2017-2022 гг., свидетельствуют об их синхронном изменении.

Таблица 5.

Корреляционная матрица средне месячных отклонений температуры воздуха от климатической климатической нормы по бассейнам рек, за период 2017-2022 гг.

Реки	Зеравшан	Варзоб	Кызылсу	Пяндж	Среднее по бассейнам
Вахш	0,89	0,75	0,74	0,83	0,94
Зеравшан		0,79	0,78	0,84	0,96
Варзоб			0,76	0,52	0,86
Кызылсу				0,56	0,86
Пяндж					0,83

Ход изменения усредненных по всем бассейнам рек среднемесячных отклонений температуры воздуха за период 2017-2022 гг. имеет положительный тренд и

показывает плавное повышение температуры воздуха, за весь период до 0,9°С относительно климатической нормы (Рис. 3).

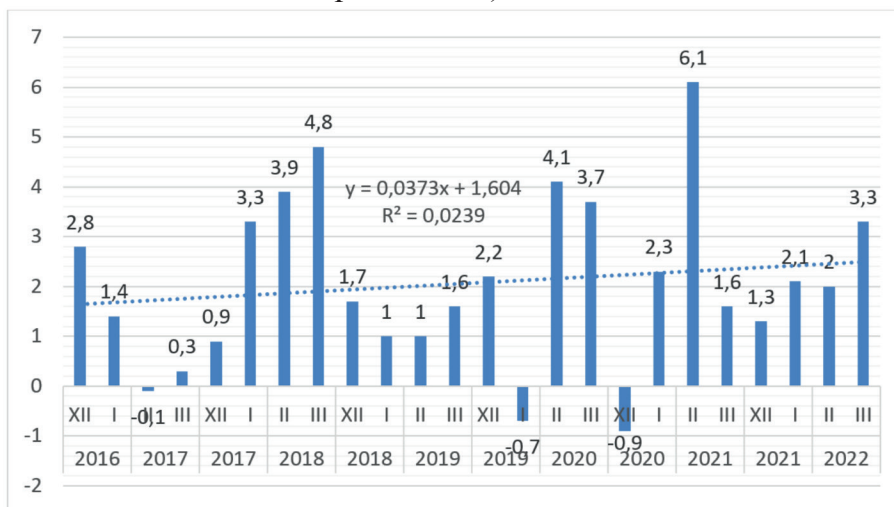


Рис.3. Усредненные по бассейнам рек среднемесячные отклонения температуры воздуха от климатической нормы за период 2017-2022 гг., в °С.

Анализ среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

Анализ среднемесячных значений высот снежного покрова (далее среднемесячные высоты снежного покрова) на метеоплощадках за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало

весны (март месяц), показал, что их усредненные по всем бассейнам рек значения оказались больше климатической климатической нормы (134%) и менялись от 100 до 227 % (Табл. 6). Только за весь зимний период и начало весны 2018 года, а также в декабре 2019 года эти значения были меньше климатической нормы (68-87%).

Таблица 6.

Среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках по бассейнам основных рек за зимний (декабрь, январь и февраль) и весенний (март) периоды 2017-2022 гг., в % к норме

Годы	Месяцы	Вахш	Зеравшан	Варзоб	Кызилсу	Пяндж	В среднем, %
2016	ХII	172	316	129	120	177	183
	I	134	371	77	84	156	164
2017	II	169	535	135	124	173	227
	III	168	155	108	17	172	124
2017	ХII	46	200	91	271	155	153
	I	52	132	60	104	37	77
2018	II	27	99	42	48	82	87
	III	27	229	45	0	41	68
2018	ХII	41	139	124	127	108	108
	I	135	83	115	70	213	123
2019	II	137	366	111	71	141	146
	III	172	316	118	17	152	155
2019	ХII	65	63	106	0	83	79
	I	162	257	158	99	87	153
2020	II	108	418	121	58	47	150
	III	58	162	99	140	63	104
2020	ХII	177	271	121	163	239	194
	I	73	188	69	68	101	100
2021	II	41	300	77	116	75	122
	III	16	346	108	159	96	145
2021	ХII	158	113	149	134	184	148
	I	160	206	111	30	170	135
2022	II	123	207	105	53	163	130
	III	71	366	85	0	147	134
	В среднем:	103,8±57,1	243,3±119,6	102,7±29,8	86,4±63,4	127,6±56,0	133,7±38,1

Наибольшие значения наблюдались с декабря 2016 до декабря 2017 года, в феврале и марте 2019 года, январе и феврале 2020 года, декабре 2020 года, марте и декабре 2021 года (144-227%), а относительно меньшие превышения (100-135%) относительно климатической нормы - за весь остальной период.

По отдельным бассейнам рек выделяется бассейн реки Кызилсу, где усредненные среднемесячные значения высоты снежного покрова, в среднем за весь период, составляют 86,4%. По другим бассейнам рек они были выше климатической нормы и составляли 103-243%.

Только в бассейне реки Зеравшан (средняя высота расположения метеостанций 2541 м н.у.м.) зафиксирован значительный положительный баланс запаса снежных ресурсов (в среднем, 243% от климатической нормы) и среднемесячные высоты снежного покрова изменялись в пределах 113-535 % от климатической нормы, за исключением февраля 2018, января и декабря 2019 года (63-99%).

То же самое наблюдалось в бассейне реки Пяндж, где средняя высота установленных метеостанций составляет 2160 м н.у.м. Здесь среднемесячные значения высоты снега на метеоплощадках превышают климатическую норму, в среднем, на 128%, а за весь период - на 101-239%, за исключением января-марта 2018 года, декабря 2019 года и далее января-марта 2020 года, февраля и марта 2021 (37-96%).

В среднем, усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках за зимний период 2017-2022 гг. составляли 137 %, меняясь от 125% до 143%, а по отдельным бассейнам рек от 97% до 237%. Относительно меньшие значения (76-101%), наблюдались по бассейнам рек Варзоб, Кызилсу и Вахш.

Положительный баланс запаса снега в начале весны (март месяц) 2017-2022 гг., наблюдался в бассейнах рек Зеравшан и Пяндж (112-262%). В других бассейнах значения среднемесячных высот снега на метеоплощадках менялись в пределах 56-94%. В среднем, в начале весны, усредненные по бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках, составляли 122%.

Сравнение среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках показало, что эти значения за зимний период значительно выше таких же значений за начало весны, в среднем на 15%, а по отдельным бассейнам – на 12%, за исключением бассейна реки Зеравшан, где среднемесячные высоты снежного покрова за зимний период на 25% ниже таких же значений чем за начало весны.

Незначительные значения коэффициентов корреляции между среднемесячными высотами снежного покрова на метеоплощадках, в процентах к климатической норме (Табл. 7), для выбранных бассейнов рек, свидетельствуют об их не синхронном изменении.

Исключением являются коэффициенты корреляции между этими значениями по бассейнам рек Вахш - Варзоб и Вахш – Пяндж (0,67 и 0,71 соответственно). Относительно высокие значения коэффициентов корреляции (0,41-0,71) получаются при определении связи среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках по отдельным бассейнам рек с усредненными по всем бассейнам значениями.

Усредненные по бассейнам рек среднемесячные значения высоты снежного покрова на метеоплощадках, в процентах к норме имеют отрицательный тренд и за весь период 2017-2022 гг., уменьшаются на 13% (Рис. 4).

Таблица 7.

Корреляционная матрица средне месячных значений
нежного покрова по бассейнам (2017-2022 гг.)

Реки	Заравшан	Варзоб	Кызылсу	Пяндж	Среднее по бассейнам
Вахш	0,27	0,67	-0,11	0,71	0,68
Зеравшан		0,21	0,07	0,09	0,71
Варзоб			0,23	0,46	0,64
Кызылсу				0,21	0,41
Пяндж					0,65

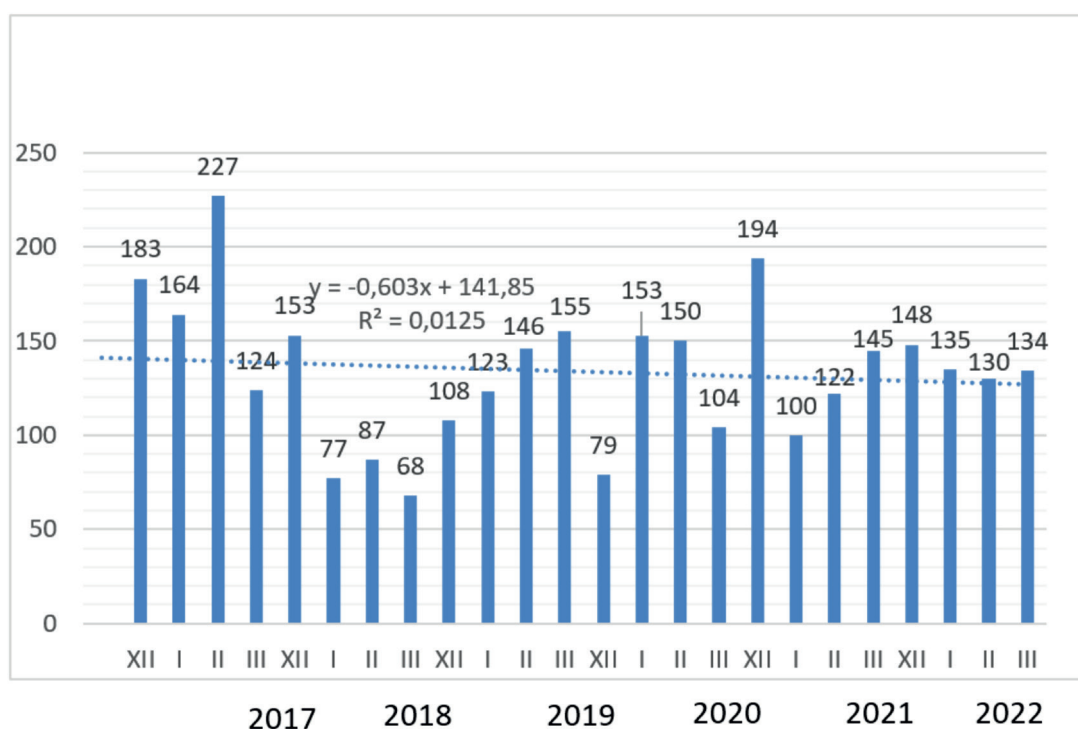


Рис. 4. График изменения осредненных по всем бассейнам рек среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках за период 2017-2022 гг., в процентах к норме.

Анализ данных высоты снежного покрова по маршрутным снегосъемкам за период 2017-2020 гг.

Результаты маршрутных снегосъемок, проведенных в бассейнах рек Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж за период 2017-2020 гг., свидетельствуют о том, что усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова (Табл. 8), в среднем, были выше многолетней климатической нормы (108%), за исключением января-марта 2018 года,

февраля 2019 года, февраля и марта 2020 года (42 - 91%).

Если рассматривать данные по бассейнам рек, то в целом, снегонакопление было выше многолетней климатической нормы и составляло 97-123%. Особо выделяется бассейн реки Вахш, где среднемесячные значения высоты снежного покрова в течение зимнего периода, начале весны 2017 и 2018 годов, январе и марте 2019 годов, а также январе и феврале 2020 года составляют 104-284%.

Относительно малоснежным выделяется бассейн реки Зеравшан, где снегонакопление за весь период 2017-2020 гг. составляет, в среднем, 97%. Только в январе и марте 2017, марте 2018 и 2019 годов, высоты снега были больше климатической нормы и составляли 131-188%.

Исключительно малоснежным, по всем бассейнам, оказался март 2020 года (в среднем 42% климатической нормы), а особо выделялись, бассейны рек Вахш и Пяндж (8% и 32% соответственно).

Таблица 8

Итоговая таблица среднемесячных значений высоты снежного покрова по маршрутным снегосъемкам за период 2017-2020 гг. по бассейнам рек, в % к норме

Годы	Месяцы	Вахш	Зеравшан	Варзоб	Пяндж	В среднем
2017	I	156	131	131	130	137
	II	142	85	125	167	130
	III	282	132	139	208	190
2018	I	51	73	49	67	60
	II	31	87	60	79	64
	III	62	135	67	99	91
2019	I	104	82	106	124	104
	II	92	70	90	94	87
	III	284	188	155	157	196
2020	I	137	62	119	89	102
	II	121	53	102	70	87
	III	8	71	58	32	42
	В среднем	123±88	97±40	100±66	110±50	108±48

Усредненные за зимний период и по всем бассейнам среднемесячные высоты снежного покрова, в среднем, ниже климатической нормы (97%), а по бассейнам рек изменялись в пределах (81-105%).

Особо выделяется бассейн реки Зеравшан, где среднемесячные высоты снежного покрова значительно ниже климатической нормы (74-87%) и в среднем составляют 81%. В бассейнах рек Вахш, Варзоб и Пяндж в течение зимнего периода (январь и февраль) максимальное превышение относительно климатической нормы, составляет 101-112%.

В начале весны превышение относительно климатической нормы, наблюда-

ется по всем бассейнам и составляет 105-159% (в среднем 130%), и на 33% больше, чем за зимний период.

Следует отметить, что усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова по данным маршрутных снегосъемок за исследуемый период 2017-2020 гг. имеют отрицательный тренд, т.е. идет резкое их уменьшение за весь период на 57% (Рис.5).

По всей видимости, такой резкий спад связан с отсутствием данных по маршрутной снегосъемке за 2021 и 2022 годы и относительно коротким периодом наблюдений.

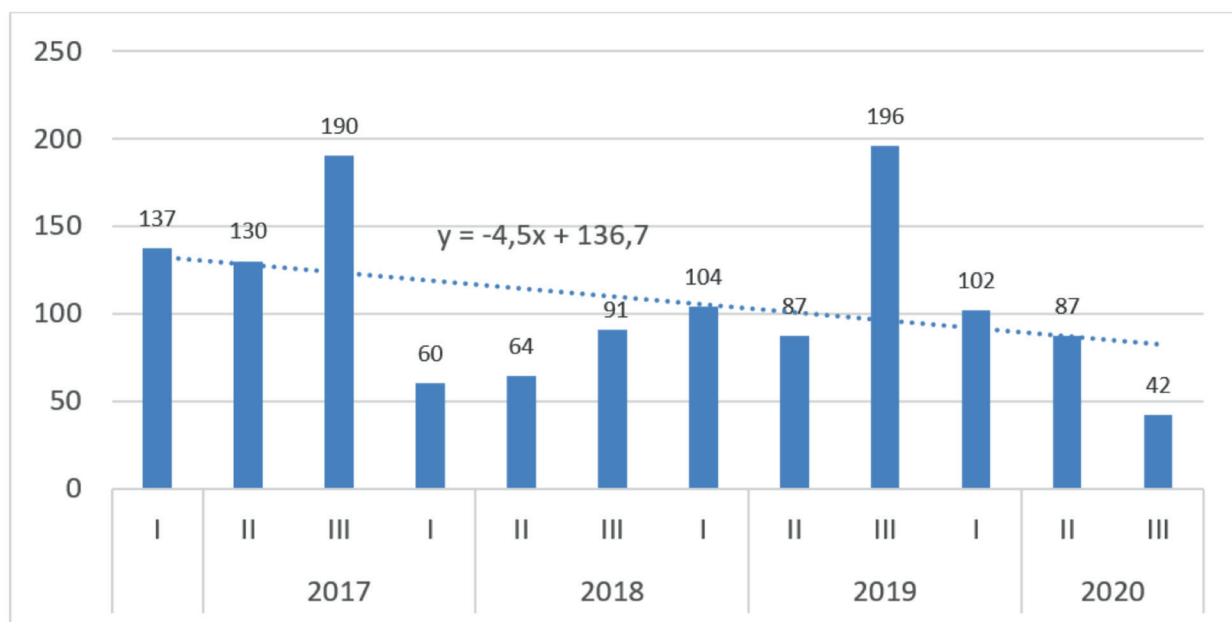


Рис.5. Усредненные по бассейнам рек среднемесячные значения высоты снежного покрова по маршрутным снегосъемкам за период 2017-2020 гг., в % к норме.

С другой стороны, известно, что в январе-марте 2021 и 2022 годов снежный покров в бассейнах рек был значительным и запасы снега были достаточными, о чем

свидетельствуют среднемесячные значения высот снежного покрова на метеоплощадках за этот период (Табл. 6).

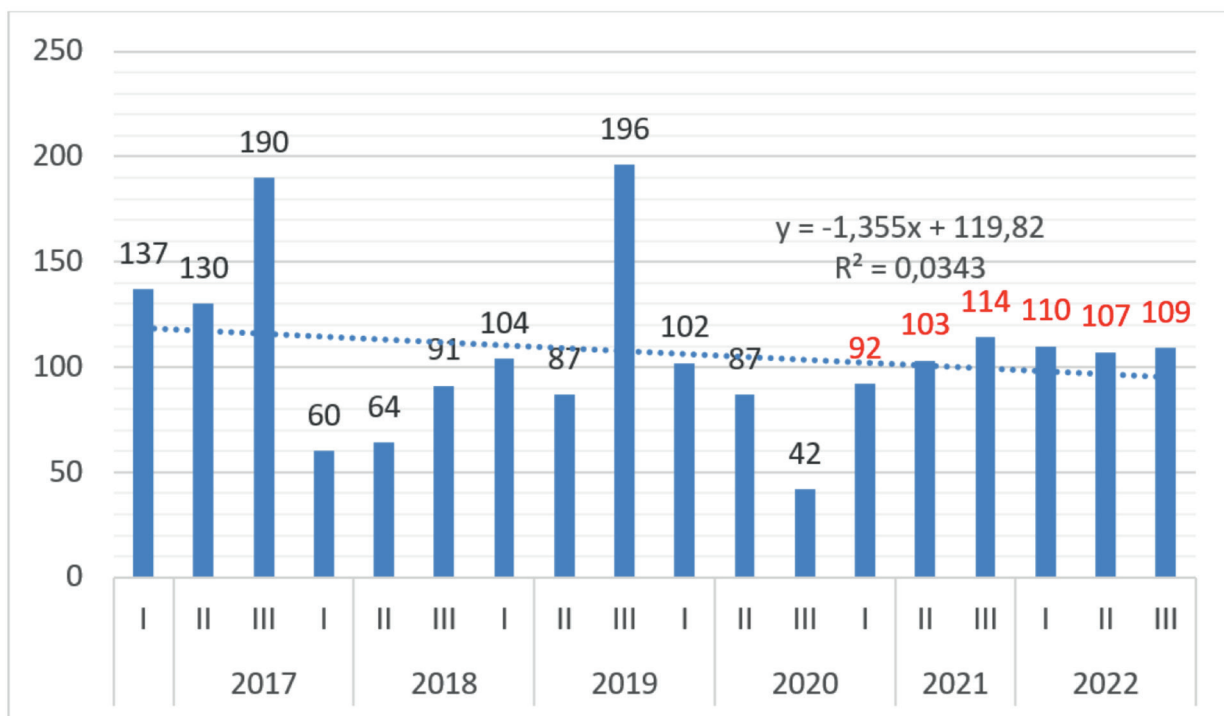


Рис.6. Усредненные по бассейнам рек среднемесячные значения высоты снежного покрова по маршрутным снегосъемкам за период 2017-2022 гг., в % к норме.

Для того, чтобы пересчитать усредненные по бассейнам рек среднемесячные значения высот снежного покрова на метеоплощадках (Табл. 6) в усредненные по бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова по маршрутным снегосьемкам (Табл. 8), сначала, по имеющимся данным, было получено корреляционное уравнение связи этих параметров за период 2017-2020 гг. а затем по полученному уравнению (Рис. 5) был проведен пересчет этих значений за январь-март 2021 и 2022 годов, т.е. исследуемый период был расширен до 2022 года (Рис.6).

В результате, уменьшение осредненных среднемесячных значений высоты снежного покрова по маршрутным снегосьемкам, за исследуемый период, составило 25%, а не 57 %.

Значительные значения коэффициентов корреляции (Табл. 9) между среднемесячными высотами снежного покрова, как по отдельным (0,51-0,91), так и с усредненными по всем бассейнам рек значениями (0,75-0,97) являются свидетельством синхронного изменения среднемесячных значений высоты снежного покрова по маршрутным снегосьемкам за период 2017-2020 гг.

Таблица 9.

Корреляционная матрица среднемесячных значений снежного покрова по бассейнам рек за период (2017-2020 гг.)

Бассейны	Зеравшан	Варзоб	Пяндж	Среднее по бассейнам
Вахш	0,65	0,91	0,85	0,97
Зеравшан		0,51	0,61	0,75
Варзоб			0,8	0,91
Пяндж				0,91

В ходе изучения связи значений выбранных метеопараметров по отдельным бассейнам рек и усредненным по всем бассейнам, были получены корреляционные графики и уравнения, которые дают возможность, при отсутствии данных среднемесячных осадков по одному из бассейнов рек или среднему по всем бассейнам определить, в среднем, другое значение. Расчеты по этим уравнениям и графикам допустимы, если коэффициенты корреляции больше 0,5-0,6, т.е. чем больше коэффициент корреляции, тем надежнее получаемые результаты.

Заклучение

Анализ исследуемых параметров по бассейнам рек Вахш, Зеравшан, Варзоб, Кзылсу и Пяндж. за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг. показал, что:

- в течение 720 дней зимнего периода и начало весны 2017-2022 гг. осадки выпадали 306 дней: из них 108 дней в виде дождя (65%) и 198 дней в виде снега и мокрого снега (35%);

- среднемесячные осадки в течение зимнего периода и начале весны, в среднем по отдельным бассейнам, а также усредненные по всем бассейнам были ниже климатической нормы (67%);

- в марте 2020 года наблюдалось катастрофически сильное уменьшение среднемесячных осадков от климатической нормы почти по всем бассейнам рек (2-12 %), а особенно, в бассейнах рек Вахш и Пяндж (2 и 7%, соответственно);

- количество осадков за зимний период, особенно за январь и февраль месяцы, в среднем по всем бассейнам, было больше чем за начало весны на 15-20%;

- усредненные по отдельным и по всем бассейнам рек среднемесячные температуры воздуха за зимний период и начало весны 2017-2022 гг., оказались больше климатической нормы на + 2,1°C, а самыми теплыми были декабрь 2016 г., весь 2018г., декабрь 2019 г., февраль и март 2020 г., февраль 2021 г. и весь 2022 год, когда отклонения от климатической нормы менялись от + 2,0 до + 6,1°C тепла;

- самыми холодными оказались февраль 2017 года (- 0,1°C), а также январь и декабрь 2020 г., когда усредненные по всем бассейнам отклонения температуры воздуха от климатической нормы составляли -0,7 и -0,9°C, а в бассейне реки Пяндж, в декабре 2020 года отклонения составляли -2,1°C;

- усредненные по всем бассейнам среднемесячные отклонения температуры воздуха от климатической нормы за зимний период 2017-2022 гг. составляли +2,0°C, а за начало весны (март месяц) – +2,5°C тепла;

- среднемесячные значения высоты снежного покрова на метеоплощадках за зимний период 2017-2022 гг. оказались выше чем за начало весны, в среднем на 15%, а по отдельным бассейнам – на 12%, за исключением бассейна реки Зеравшан, где среднемесячные высоты снежного покрова за зимний период на 25% ниже таких же значений за начало весны;

- усредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках за период 2017-2022 гг., оказались, в среднем, больше (134%), а за весь зимний период и начало весны 2018 года и декабре 2019 года - меньше климатической нормы (68-87%);

- усредненные по всем бассейнам рек (Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж) среднемесячные высоты снежного покрова по маршрутным снегосъемкам за период 2017-2020 гг., были в среднем больше климатической нормы (108%), за исключением января-марта 2018 года, февраля 2019

года, февраля и марта 2020 года, когда они меньше нормы (31 - 91%);

- по отдельным бассейнам рек снегонакопление составляло 97 - 123% климатической нормы, особо выделяется бассейн реки Вахш - 104-284%;

- относительно малоснежным выделяется бассейн реки Зеравшан, где превышение относительно климатической нормы составляет, в среднем, 97% и только в январе и марте 2017, марте 2018 и 2019 годов, высоты снега они были значительно больше и составляли 131-188%;

- исключительно малоснежным являлся март 2020 года (в среднем 42% от климатической нормы), особо выделяются бассейны рек Вахш и Пяндж (8% и 32% соответственно);

- за весь исследуемый период 2017-2022 гг., наблюдается тенденция увеличения температуры воздуха относительно климатической нормы на 0,9°C, уменьшения среднемесячных осадков относительно климатической нормы на 25%, высоты снега на метеоплощадках – на 13%, и высоты снега по маршрутным снегосъемкам - на 25%;

- полученные уравнения и графики корреляционных связей дают возможность, при отсутствии данных по одному из бассейнов рек или среднему по всем бассейнам определить, в среднем, другое значение, только тогда, когда коэффициенты корреляции больше 0,5-0,6.

Предложения и рекомендации

По результатам исследования предлагаются следующие рекомендации и предложения:

1. Налаживание тесного сотрудничества между соответствующими министерствами и ведомствами Республики Таджикистан и исполнительными органами государственной власти и местного самоуправления в области обмена необходимой информацией.

2. Внедрение современных инновационных и ГИС технологий значительно

упрощающих анализ материалов снегомерной съемки, а также позволяющих представить информацию в наиболее наглядной форме.

3. Совершенствование методики маршрутных снегомерных наблюдений, разработанной в 60-х годах прошлого века, а также оценка точности климатических норм и использованных расчетов по определению вклада сезонных снежных ресурсов на формирование стока рек.

Литература

1. Варзобское ущелье (Климат, оледенение, снег, лавины, сели, гидрография). 2011г. стр. 16.
2. Гидрометеорологические бюллетени Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан за 2017-2022гг. год. Душанбе, 2022 г.
3. Годовой обзор стихийных гидрометеорологических явлений 2017 -2022 гг. Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
4. Декадные гидрологические бюллетени Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан за 2017-2021 год. Душанбе, 2021 г.
5. Единство в науке «United in Science»: мы движемся в неверном направлении. Доклад ВМО 13 сентября 2022 года.
6. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата. 2008г., стр. 4.
7. Лугати обухавошиносӣ (русӣ-тоҷикӣ) Сирочиддин Мухриддин, Душанбе, «Ирфон» 2018г.
8. Месячный обзор гидрометеорологических условий, сложившихся в Республике Таджикистан Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан за 2021 год. Душанбе, 2021 г.
9. Методика исследования снежного покрова. Информационный ресурс. Доступ на сайте: <http://www.allbest.ru/>
10. Мухаббатов Х., Яблоков А. Снежный покров Таджикистана - Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. 2014 г., стр. 79.
11. Отчет аэровизуальных наблюдений за высотой снежного покрова 2020 - 2022 годы, представленным Агентством по гидрометеорологии. 2022г.
12. Отчеты маршрутных снегосъемков бассейна рек Таджикистана и декадные высоты снега на площадках метеостанций. Агентство по гидрометеорологии 2017-2022 гг.
13. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 2008г.
14. Публикация ВМО. Защитим наши народы и будущие поколения. 5 марта 2022 г. стр. 2.
15. Сравнительная таблица средних запасов снега в вегетационный период в бассейнах рек Таджикистана 2017-2021гг.
16. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата 2008г. стр. 84-90.
17. Четвертое национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 2022 г. стр. 95-96.
18. Чурюлин Е.В., Копейкин В.В., Розинкина И.А., Фролова Н.Л. Мониторинг снежного покрова по спутниковым и модельным данным для различных водосборов на Европейской территории Российской Федерации. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия, 2018 г. стр. 144-149.

ОМУЗИШИ АЛОҚАМАНДИИ ПАРАМЕТРҲОИ МЕТЕОРОЛОГИ ДАР ҲАВЗАҲОИ ДАРЁҲОИ АСОСИИ ТОҶИКИСТОН БАРОИ ДАВРАИ ЗИМИСТОН ВА АВВАЛИ БАҲОРИ СОЛҲОИ 2017-2022

Қаюмов А.Қ., Шомаҳмадов А.М., Сафаров М.Т.

Аннотатсия: Мақсади тадқиқот таҳлили динамикаи гунашавии қабати барф дар ҳавзаҳои дарёҳои Ваҳш, Зарафшон, Варзоб, Қизилсу ва Панҷ дар давраи зимистон (декабр, январ ва феврал) ва аввали баҳори (март) солҳои 2017 - 2022, баҳодиҳии ҳолат ва робитаи он бо параметрҳои асосии метеорологӣ (миқдори боришот, ҳарорати ҳаво, баландии барф дар майдончаҳои метеорологӣ ва аз рӯи хатсайрҳои барфченкунӣ) мебошад.

Маълум карда шуд, ки:

- тамоили миёнаи ҳармоҳаи ҳарорати ҳаво аз меъёр, барои тамоми ҳавзаҳо, дар давраи зимистон ва аввали баҳор (март), ба ҳисоби миёна 2,0 - 2,5°C, қимати миёнаи баландии миёнаи ҳармоҳаи барф дар майдончаҳои метеорологӣ - 134% (дар давраи зимистону аввали баҳори соли 2018 ва декабри соли 2019 - 68-87%), қимати миёнаи баландии барф дар асоси тадқиқотҳои хатсайрӣ барои солҳои 2017-2020, ба ҳисоби миёна - 108% (ба истиснои моҳҳои январ-марти соли 2018, февралӣ соли 2019, феврал ва марти соли 2020 (42 - 91%)) меъёри иқлимиро ташиқил дод;

- дар моҳи марти соли 2020, бо сабаби хеле кам шудани боришот, захираи барф хеле кам буд (ба ҳисоби миёна 42% меъёри иқлимӣ), махсусан дар ҳавзаҳои дарёҳои Ваҳш ва Панҷ (мутаносибан 8% ва 32%);

- дар тамоми давраи омӯзиши солҳои 2017-2022 тамоюли аз меъёри иқлимӣ 0,9°C боло рафтани ҳарорати ҳаво, 29% кам шудани миқдори боришот, 13% кам шудани баландии барф дар майдончаҳои метеорологӣ ва 25% кам шудани баландии барф аз рӯи ченкунӣҳои хатсайрӣ 25% мушоҳида гардид;

Муодила ва графикҳои коррелясионии ҳосилшуда имкон медиҳанд, ки ҳангоми мавҷуд набудани параметрҳо барои яке аз ҳавзаҳои дарёҳо ё қимати миёна барои тамоми ҳавзаҳо, қимати дигараш ба ҳисоби миёна, муайян карда шавад, ба шарте ки коэффисиентҳои коррелясионӣ аз 0,5 зиёд бошанд.

Калидвожаҳо: қабати барф, ченкунии хатсайри баландии барф, боришоти миёнаи моҳона, тамоили ҳарорати ҳаво аз меъёр, тамоюли тағирёбии параметрҳои метеорологӣ, коррелятсия, коэффисиенти коррелятсия.

STUDYING THE RELATIONSHIP OF METEOROLOGICAL PARAMETERS AND SNOW COVER IN THE MAIN RIVER BASINS OF TAJIKISTAN FOR THE WINTER PERIOD AND THE BEGINNING OF SPRING 2017-2022

Qayumov A.Q., Shomahmadov A.M., Safarov M.T.

Annotation: The purpose of the study is to analyze the dynamics of snow cover accumulation in the Vakhsh, Zeravshan, Varzob, Kizilsu and Pyanj river basins during the winter period (December, January and February) and the beginning of spring (March) 2017-2022, assessing its condition and relationship with the main meteorological parameters (amount of precipitation, air temperature, snow depth at meteorological sites and according to snow measuring routes).

It was revealed that:

- averaged over all river basins, the average monthly deviations of air temperature from the climatic norm for the winter period and for the beginning of spring (March) were 2.0 - 2.5°C, the average monthly snow cover heights at weather sites were, on average, 134% more than the climatic norm (for the winter period and the beginning of spring 2018 and December 2019 - 68-87%), and the average monthly snow cover heights according to route snow surveys for the period 2017-2021 years - an average of 108%, with the exception of January-March 2018, February 2019, February and March 2020 - 42 - 91%;

- snow reserves were exceptionally low in March 2020 (on average 42% of the climatic norm), especially Vakhsh and Pyanj river basins (8% and 32%, respectively), the reason was the catastrophic decrease in precipitation over this period;

- for the entire study period 2017-2022, there was a tendency for air temperature to increase from the climatic norm by 0.9°C, average monthly precipitation to decrease by 29%, snow depth at meteorological sites - to 13%, and snow depth according to route snow surveys - to 25 %.

The resulting equations and correlation graphs make it possible, in the case of absence of parameters for one of the river basins or the average for all river basins, to determine, on average, a value of other, in a case of the correlation coefficients are greater than 0.5.

Key words: snow cover, route snow survey, average monthly precipitation, deviation of air temperature from the norm, trend of changes in meteorological parameters, correlation, correlation coefficient.

УДК 551.324.63

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНОВ РЕК ШАХИ САФЕД И ДИХАДАНГ В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ ЗЕРАВШАН

Шомахмадов А., Бокизода А.Б., Каюмов А.К., Амиров У.
 Центр изучения ледников НАНТ

Аннотация: В ходе изучения состояния ледников бассейнов рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг., среднемесячных значений температуры воздуха за период 2000-2024 гг. и количества осадков за 2013-2022 гг., было выявлено, что изменение температуры воздуха имеет положительный тренд и за весь период увеличивается, в среднем, на 1,1°C. В зоне аккумуляции ледников среднемесячное значение температуры воздуха составляет +1,8°C, а в зоне языка ледников - +3,5°C. Ход изменения среднемесячных значений количества осадков имеет также положительный тренд и за 2013-2022 гг., в среднем, увеличивается на 20%.

За период 2000-2013 гг. ледники потеряли 1,5 км² (5,2%), а до 2022 года - 7,9 км² (27,6%) своей площади. Самый крупный (площадь 13,8 км²) ледник 296 за 2000-2022 гг. разделился на 5 частей, а его площадь сократилась на 2,42 км², т.е. на 17,5%. За 2000 – 2022 гг. площадь долинных ледников сократилась на 6 км² (25%), каровых – на 1,9 км² (39%), а склоновых – на 0,2 км² (24%). Ледники, ориентированные на север, северо-восток и северо-запад, за 2000-2022 гг. сократились на 21,3-27,8%.

Ключевые слова: морфология ледников, экспозиция, экстраполяция, градиент температуры, тренд изменения значений параметров.

Предисловие. Площадь оледенения гор Центрально-Азиатских республик составляет около 17 тыс. км², из которых около 65% находится в Таджикистане.

Пока страны Центральной Азии могут рассчитывать на запасы пресной воды, сосредоточенные в ледниках Памира и Тянь-Шаня, и согласно прогнозам при сохранении сложившейся тенденции, к концу XXI века, они могут полностью исчезнуть <http://alternathistory.com/konets-lednikovogo-perioda-srednej-azii-predrekliglobalnuyu-ekologicheskuyu-katastrofu/>.

С другой стороны, согласно исследованиям Лаборатории гляциологии,

Тянь-Шанского высокогорного научного центра Национальной академии наук Кыргызской Республики выявлено, что глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники Центральной Азии не исчезнут полностью, а уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами [18].

Ситуация с обильным таянием ледников по всему миру, в том числе и в Таджикистане вызывает опасение, поэтому детальное изучение состояния ледников в основных бассейнах рек Таджикистана имеет огромное значение.

С созданием в 2018 году, по инициативе Основателя мира и национального единства-Лидера нации, Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона, в составе Национальной Академии Наук Таджикистана, Государственного научного учреждения «Центра изучения ледников», такие исследования проводятся и будут проводиться непрерывно практически по всем бассейнам основных рек Таджикистана [6-16].

Одним из таких регионов сосредоточения ледников Таджикистана является бассейн реки Зеравшан и основной целью нашего исследования было изучение состояния эволюции ледников бассейнов рек Шахи Сафед и Дихаданг, находящихся в верховьях этой реки за определенный период времени, имеющее большое научно-практическое значение. С другой стороны, согласно [2] анализ метеопараметров на станциях, близлежащих к региону исследования метеостанциях не проводился, следовательно, другой целью было

изучение изменения основных метеопараметров на таких станциях.

Район исследования. Для достижения наших целей было изучено состояние ледников бассейна рек Шахи Сафед, с порядковыми номерами 286-299 (всего 14 ледников и 3 ледника с площадью менее 0,1 км² и порядковыми номерами 69, 70, 71) и Дихаданг (рис.1), с порядковыми номерами 304-315 (всего 12 ледников и 1 ледник с площадью менее 0,1 км², с порядковым номером 72) [2].

Кроме того, ввиду непосредственной близости к участку расположения этих ледников [2], были также привлечены 4 ледника с порядковыми номерами 300, 301, 302 и 303 с бассейнов рек Нашпурт, Харвир и Матча, а также 3 ледника, с порядковыми номерами 283, 284 и 285, с бассейнов притоков рек Пияврут, Матча и реки Андрифак. Всего были исследованы 35 ледников. К сожалению, до 2000 года ледники с порядковыми номерами 310 и 311 уже были полностью растаяны.

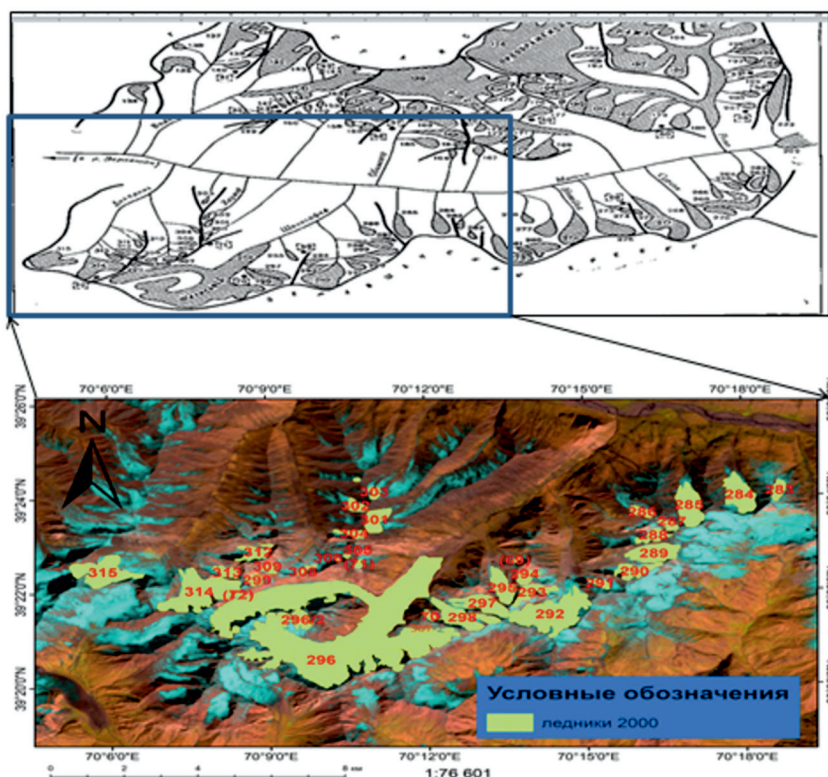


Рис. 1. Карта расположения изучаемых ледников (внизу) и схема расположения [2] ледников бассейнов правых и левых притоков верховья реки Матча (вверху). Черным квадратом выделен участок расположения ледников.

Использованные данные и методология исследования

При анализе изменения состояния оледенения для 2000 года были использованы снимки Landsat 1 (разрешение 60 м) для 2013 и 2022- Landsat-8, а оцифровка и накладывание слоев реализованы посредством программы ArcGIS 10.5. В работе использованы спутниковые снимки Landsat с пространственным разрешением 30 м. Границы ледников на спутниковых снимках Landsat дешифрировались вручную.

На основе полученных результатов созданы цифровые карты границ ледников в векторном формате картографической проекции UTM Zone 42N WGS, 1984.

Данные по температуре воздуха и количеству осадков для близлежащих к региону исследования метеорологических станций Мадрушкат и Дехавз были заимствованы из сайта Архива погоды:

<https://www.hmn.ru/index.php?index=8&value=38836> - посещение 1-11.07.2024 г.

Данные по температуре воздуха, для выше названных станций, на этом сайте, были доступны с 2000 года по 2023 год (за 24 лет), а по количеству осадков - с 2013 года по 2023 год (за 11 лет).

Результаты исследования

Температура воздуха. В качестве метеопараметров, характеризующих климатические особенности региона исследования, были выбраны температура воздуха и количество атмосферных осадков (далее количество осадков) на близлежащих к региону исследования метеостанциях Мадрушкат (высота над уровнем моря 2254 м) и Дихавз (высота над уровнем моря 2564 м). Выбранный участок ледниковой зоны охватывает зону с 3100-4900 м н. у. м., так что, из всех станций этой территории, выбранные станции являются наиболее

подходящими для проведения по ним анализа метеоусловий [2].

Ввиду громоздкости таблицы среднемесячных значений температуры воздуха приводим только графики изменений этих значений по станциям Мадрушкат, Дехавз и в среднем по этим станциям значениям (рис.2), а анализ проводился только по таблицам.

Анализ этих изменений показал, что за весь период исследования жаркий период года на станции Мадрушкат приходится, в основном, на июль и август месяцы. Средняя температура воздуха за эти месяцы составляет 18,5°C. Наибольшие положительные значения температуры воздуха за весь период исследования и за эти месяцы, составляет в среднем 19,7°C.

Холодный период года по данным станции Мадрушкат приходится на декабрь, январь и февраль месяцы, а наименьшие отрицательные среднемесячные значения температуры воздуха наблюдались в январе и феврале месяце, составляя в среднем -6,8°C.

На станции Дехавз, жаркий период года, также приходится на июль-август месяцы, но здесь среднемесячные значения температуры воздуха, за эти месяцы, несколько ниже относительно станции Мадрушкат (14,8°C, по сравнению с 18,5°C). Наибольшие положительные значения наблюдались в июле месяце, составляя в среднем 15,8°C, что на 4°C ниже, чем на станции Мадрушкат.

Самый холодный период на станции Дехавз приходится также на декабрь, январь и февраль месяцы и в среднем на 1,8°C ниже по сравнению со станцией Мадрушкат. Температура воздуха ниже -10°C в этом месяце наблюдалась в 2008, 2012, 2019 и 2023 году, составляя в среднем -10,5°C.

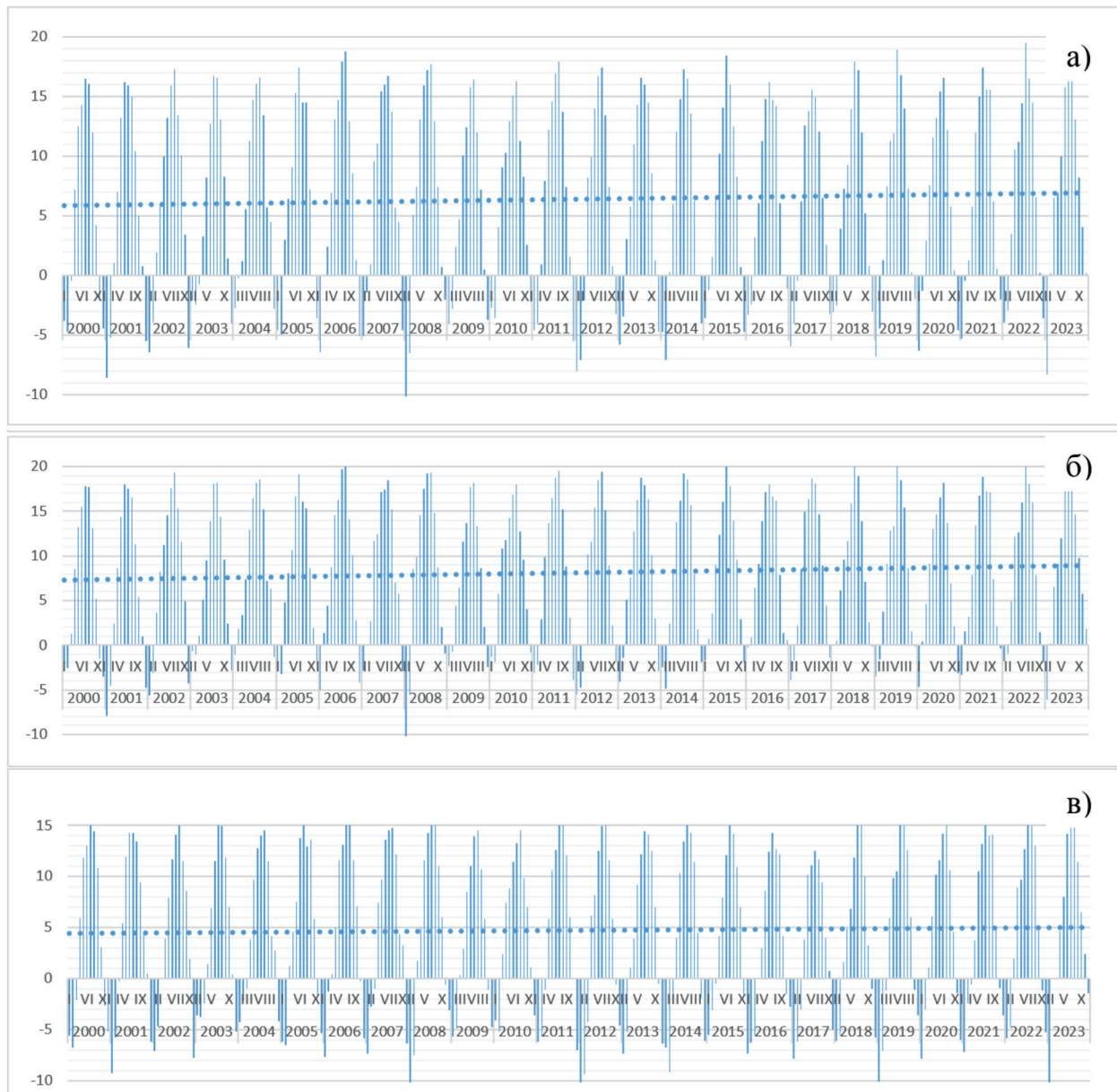


Рис. 2. Ход изменения среднемесячных значений температуры воздуха по станциям Мадрушкат -а), Дехавз -б) и в среднем по этим станциям - в) за период 2000-2023 гг.

Рассмотрение изменения среднегодовых значений температуры воздуха по станциям и в среднем по станциям, за весь период исследования, показало, что ход этих изменений имеет положительный тренд и температура воздуха увеличивается, в среднем, на $1,1^{\circ}\text{C}$ и в среднем по станциям на $0,5^{\circ}\text{C}$ (рис.3).

Оценка связи между среднемесячными значениями температуры воздуха на станциях Мадрушкат, Дехавз и средними по станциям значениями показал, что

между ними существует довольно тесная связь (коэффициенты корреляции соответственно равны $0,99$, рис. 4).

Связь среднегодовых значений температуры воздуха на этих станциях существует, но она не очень тесная (коэффициент корреляции $0,47$), хотя связь между этими значениями на станциях и усредненными по этим станциям значениями довольно тесная (коэффициенты корреляции соответственно равны $0,87$ и $0,85$).

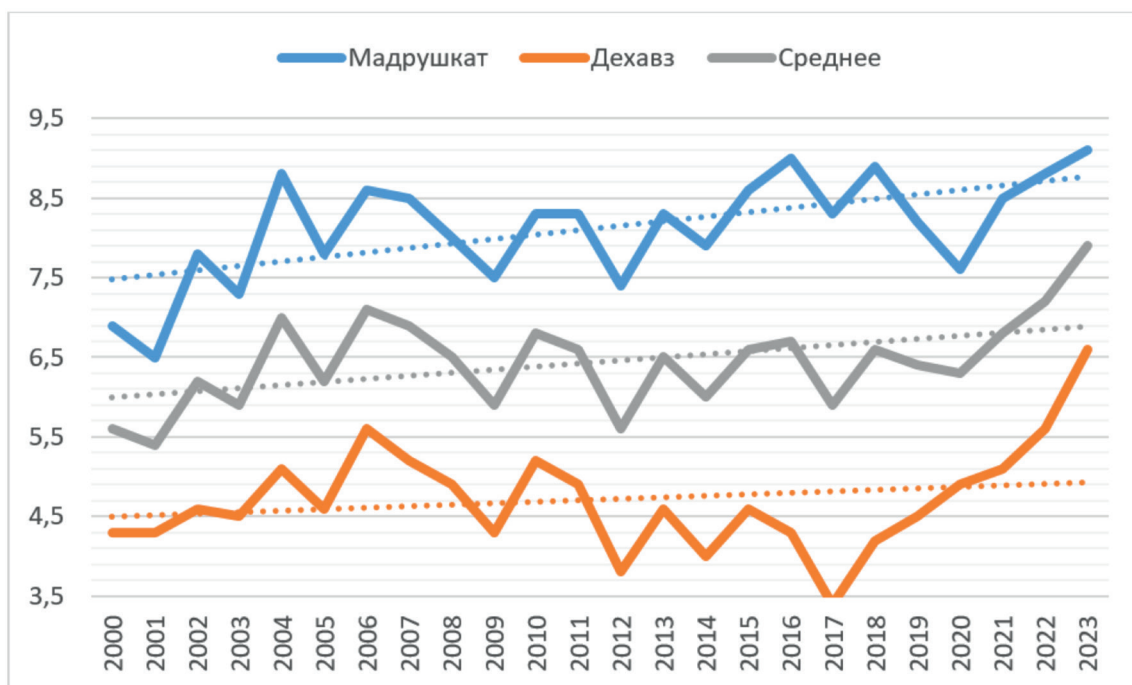


Рис. 3. Ход изменения среднегодовых значений температуры воздуха по станциям Мадрушкат, Дехавз и в среднем по этим станциям за период 2000-2023 гг. Здесь же приведены тренды этих изменений

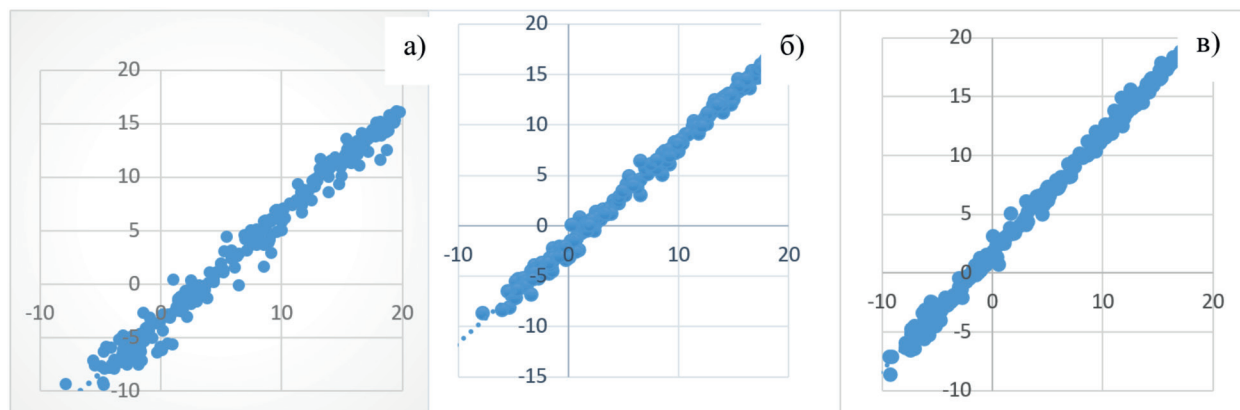


Рис. 4. Графики корреляционных связей среднемесячных значений температуры воздуха по станциям Мадрушкат-Дехавз-а), Мадрушкат-ср. по станциям -б) и Дехавз-ср. по станциям -в) за период 2000-2023 гг.

Климатические особенности. В бассейне р. Зеравшана имеется сравнительно большое количество метеостанций, однако эти метеостанции, расположенные на высотах от 1000 до 3000 м, характеризуют лишь климат нижней и средней зоны бассейна, гляциальная же зона оказывается слабо освещенной стационарными метеорологическими наблюдениями. Единственная метеостанция Анзобский

перевал (3380 м н.у.м.) расположена на водоразделе, а метеостанция Шахристан (3200 м н.у.м.) находится на северном склоне Туркестанского хребта, уже за пределами бассейна реки Зеравшан. Поэтому источником информации о гидрометеорологических условиях гляциальной зоны бассейна р. Зеравшана являются результаты экспедиционных исследований. Данные метеостанций, расположенных

вне гляциальной зоны, служат исходным материалом и опорным материалов для экстраполяции на высокогорную зону [2].

Высота станции Дехавз, находящегося у подножья зоны расположения исследуемых ледников составляет 2564 м над уровнем моря (н.у.м.), а наибольшая высота расположения (зона аккумуляции) самого большого ледника (ледник Шахи Сафед) исследуемого участка - 4900 м н.у.м., поэтому их разница будет равна 2336 м. Известно [17], что вертикальный градиент температуры воздуха по высоте, характеризующая понижение температуры воздуха в ростом высоты, в среднем равна $0,6^{\circ}\text{C}$ на 100 м высоты.

Тогда согласно разнице высот, расчетное понижение температуры воздуха будет в нашем случае составляет 14°C . С другой стороны, наибольшее положительное значение среднемесячной температуры воздуха в июле-августе месяце на станции Дехавз, составляет в среднем $15,8^{\circ}\text{C}$, следовательно, на высоте 4900 м, над уровнем моря (т.е. зоне аккумуляции ледника), это значение будет, в среднем, равняться $+1,8^{\circ}\text{C}$.

Высота расположения языка этого ледника составляет 3150 м над уровнем моря. Следовательно, разница высот со станцией Дехавз составляет 586 м, а рассчитанное понижение температуры воздуха в районе языка ледника составит $5,9^{\circ}\text{C}$, поэтому сама температура воздуха будет равняться $+3,5^{\circ}\text{C}$.

Точно такие же расчеты можно провести для станции Мадрушкат, находящейся примерно на 300 м ниже, чем станция Дехавз.

На основе приведенных выше рассуждений можно предположить, что в самый

разгар лета температура воздуха, как в зоне аккумуляции, так и в области языка ледников имеет положительное значение, и способствует их таянию, меньше в области аккумуляции и больше в области языка ледников.

Количество осадков. Ввиду громоздкости таблицы среднемесячных значений количества осадков за период 2013-2023 гг., как и в случае с температурой воздуха, на рис. 5 приведены только графики изменений этих значений по станциям Мадрушкат, Дехавз и в среднем по этим станциям значениям, а анализ проводился только по таблицам.

Рассмотрение этих изменений показало, что за период 2013-2023 гг. на станции Мадрушкат, в среднем, наибольшее количество осадков выпало в мае месяце (40,5 мм). Наибольшее количество осадков выпало за март - июль, а также октябрь месяц, составляя в среднем 66,0 мм.

Наименьшее количество осадков выпало в декабре, январе и феврале (в среднем, 5,7-12,1 мм), немного больше - в октябре и ноябре месяце (в среднем, 16,3 мм), а в январе-апреле 2013, а также ноябре и декабре 2014 года, осадки вообще не наблюдались.

На станции Дехавз за период 2013-2022 гг., в среднем, большое количество осадков выпало в марте и мае месяце (30,5 и 35,6 соответственно), с наибольшими значениями в марте 2021, апреле 2019, мае 2016, 2018 и 2022, июне 2019 и 2020, а также июле 2016 и 2019 года (52-75 мм).

Относительно меньшее количество осадков, в среднем, выпало в апреле, июне и июле месяце (22,8-27,6 мм), а наименьшее - с октября по февраль месяц (5,7-16,9 мм).

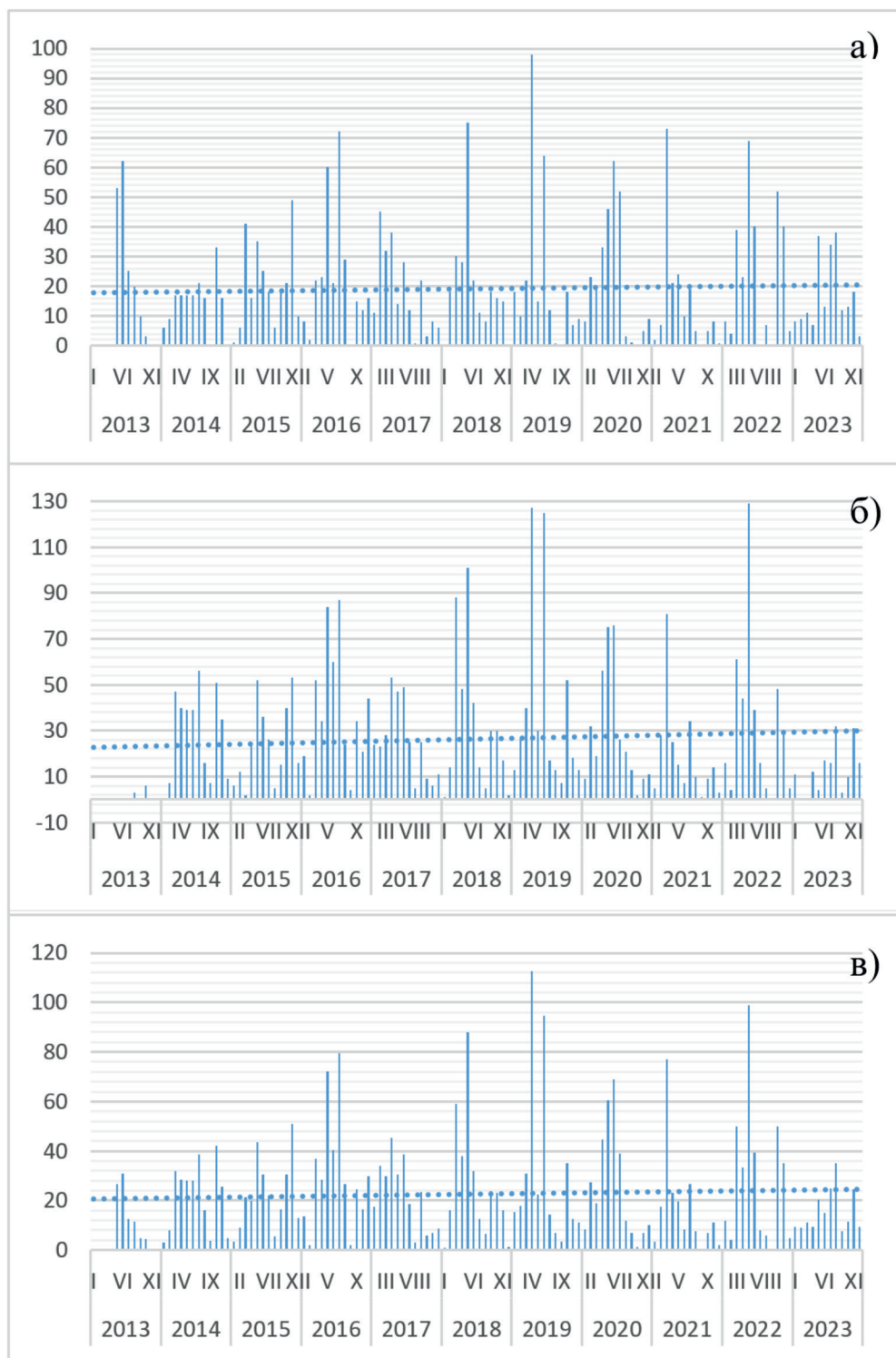


Рис. 5. Ход изменения среднемесячных значений количества осадков, в мм, по станциям Мадрушкат -а), Дехавз -б) и в среднем по этим станциям - в) за период 2013-2023 гг.

Рассмотрение изменения среднемесячных значений количества осадков по станциям и в среднем по станциям, за весь период исследования, показало, что их ход имеет положительный тренд и коли-

чество осадков по станции Мадрушкат в среднем, увеличивается на 11%, по станции Дехавз - на 36% и в среднем по двум станциям - на 20% (рис. 5).

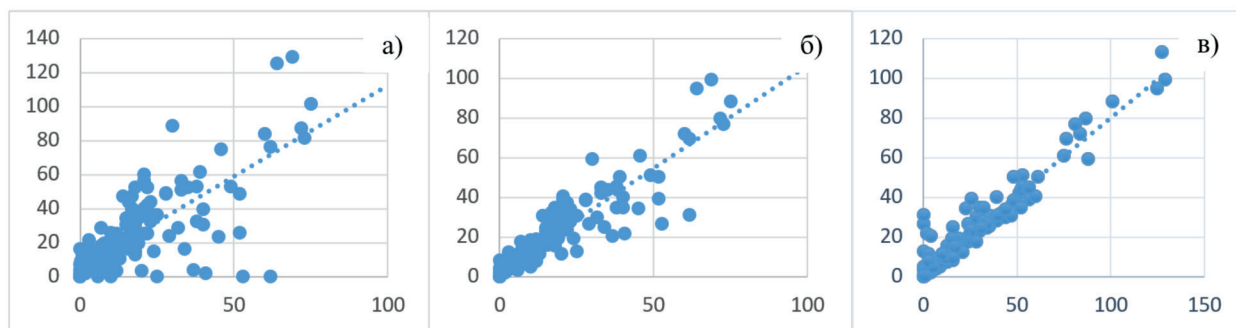


Рис. 6. Графики корреляционной связи среднемесячных значений количества осадков между станциями Мадрушкат - Дехавз -а), Мадрушкат - ср. по бассейнам-б) и Дехавз - ср. по бассейнам - в).

На рис. 6 приведены графики связи между среднемесячными значениями количества осадков по станциям Мадрушкат и Дехавз и усредненными по станциям значениями, из которых видно, что связи довольно тесные (коэффициенты корреляции составляют 0,77, 0,92 и 0,96 соответственно).

Оценка соотношений среднегодовых значений количества осадков на станциях Мадрушкат, Дехавз и усредненных по этим станциям значения показала довольно тесную связь (коэффициент корреляции равен 0,75), а между ними и усредненными по станциям значениями связь более тесная (0,85 и 0,98 соответственно).

Изучение состояния ледников бассейнов рек Шахи Сафед и Дихаданг

В таблице 1 приведен список исследуемых ледников, их площади за разные года, а также их изменения за период 2013 - 2000 гг. и 2022 - 2000 гг. Площади ледников по каталогу [2] не рассматривались, поскольку методология проведения измерений в годы его составления не совпадает с использованной нами методологией.

Общая площадь ледников в 2000 году составлял 28,6 км², в 2013 году-27,1 км², а в 2022 году-20,7 км². Это значит, что в 2013

году ледники потеряли 1,5 км² (5,2%), а в 2022 году 7,9 км² (27,6%) своей площади.

За период 2000-2013 гг. наибольший процент площади (33,3-40%) потеряли ледники 306, 307 и ледники 69, 71 (11% от общего числа ледников), площади которых были меньше 0,1 км². Наибольший процент своей площади (30,7-100%), за период 2000-2022 гг., потеряли ледники, площадь которых составляла 0,03-0,49 км². Их общее число равно 15, что составляет 43% от общего числа исследуемых ледников.

Только 4 ледника (11% от общего числа), в 2000 году, имели площадь 1-2 км², а один ледник (296 - Шахи Сафед) - 13,8 км². Ледники 314 и 315 являются самыми большими ледниками бассейна реки Дихаданг и в 2000 году имели площадь 1,8 и 1,6 км² соответственно.

В течение 2000-2013 гг. самый крупный в зоне исследования - ледник 296 разделился на 2 части (2961 и 2962), площади которых соответственно равнялись 13,53 и 0,16 км², т.е. площадь основного ледника за этот период сократился, примерно на 0,26 км² (рис. 7).

Таблица 1

Изменение площади ледников бассейна рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг.

№ п/п	Номер ледника	Морфологический тип	Экспозиция	Площадь по каталогу*	Площадь ледников в определённые годы, км ²				Изменение площади ледников за период			
					2000	2013	2022	2013-2000, км ²	%	2022-2000, км ²	%	
1	283	кар-вис.	Север	1	0,226	0,222	0,209	-0,004	-1,8	-0,017	-7,5	
2	284	дол.	Север	1,2	0,839	0,755	0,657	-0,084	-10,1	-0,182	-21,7	
3	285	дол.	Север	1,8	0,794	0,761	0,741	-0,033	-4,2	-0,053	-6,7	
4	286	кар.	северо-запад	0,3	0,202	0,188	0,148	-0,014	-6,9	-0,054	-26,7	
5	287	кар.	Запад	0,2	0,106	0,101	0,091	-0,005	-4,7	-0,015	-14,2	
6	288	кар.	Запад	0,4	0,226	0,188	0,129	-0,038	-16,8	-0,097	-42,9	
7	289	кар.	Запад	0,8	0,811	0,758	0,733	-0,053	-6,5	-0,078	-9,6	
8	290	кар.	Запад	0,5	0,465	0,343	0,214	-0,122	-26,2	0,251	-54	
9	291	кар.	Северо-запад	0,4	0,133	0,129	0,121	-0,004	-3	-0,012	-9	
10	292	кар-дол.	северо-северо-восток	2,6	2,094	2,001	1,83	-0,093	-4,4	-0,264	-12,6	
11	293	вис. кар.	Восток	0,3	0,446	0,431	0,329	-0,015	-3,4	-0,117	-2,6	
12	294	кар.	Восток	0,3	0,226	0,203	0,163	-0,023	-10,2	-0,063	-27,9	
13	295	вис. дол.	северо-запад	0,5	0,563	0,501	0,475	-0,062	-11,0	-0,088	-15,6	
14	296	сл. дол.	северо-восток	14,1	13,791	13,527	9,552	-0,264	-1,9	-4,239	-30,7	
15	297	кар-дол.	северо-запад	0,8	0,785	0,694	0,647	-0,091	-11,6	-0,138	-17,6	
16	298	вис. дол.	северо-запад	1,1	1,022	0,991	0,818	-0,031	-3	-0,204	-20	
17	299	кар.	Восток	0,2	0,172	0,159	0,111	-0,013	-7,6	-0,061	-35,5	

18	300	кар-дол.	северо-северо-восток	0,2	0,412	0,4	0,271	-0,012	-2,9	-0,141	-34,2
19	301	вис. кар.	Север	0,4	0,176	0,149	0,113	-0,027	-15,3	-0,063	-17,6
20	302	вис.	Север	0,4	0,179	0,159	0,052	-0,02	-11,2	-0,127	-71
21	303	кар-дол.	Север	0,3	0,122	0,101	0,08	-0,021	-17,2	-0,042	-34,4
22	304	кар.	северо-запад	0,2	0,168	0,139	0,121	-0,029	-17,3	-0,047	-28
23	305	кар.	Запад	0,2	0,148	0,124	0,079	-0,024	-16,2	-0,069	-46,6
24	306	склон.	северо-запад	0,2	0,36	0,22	0,002	-0,14	-38,8	-0,358	-99,4
25	307	склон.	северо-запад	0,2	0,3	0,2	0,1	-0,01	-33,3	-0,02	-66,7
26	308	склон.	Север	0,1	0,48	0,38	0,22	-0,01	-20,8	-0,026	-54,2
27	309	склон.	Восток	0,2	0,137	0,127	0,076	-0,01	-7,3	-0,061	-44,5
28	312	кар.	Запад	0,4	0,329	0,299	0,162	-0,03	-9,1	-0,167	-50,8
29	313	кар.	северо-запад	0,4	0,349	0,301	0,131	-0,048	-13,8	-0,218	-34,9
30	314	дол.	северо-запад	2	1,833	1,733	1,481	-0,1	-5,5	-0,352	-19,2
31	315	кар. дол.	северо-восток	1,6	1,257	1,207	1,009	-0,05	-4,0	-0,248	-19,7
32	69	кар.	северо-запад	0,06	0,03	0,02	0	-0,01	-33,3	-0,03	-100
33	70	вис. кар.	северо-запад	0,08	0,07	0,07	0,06	0	0	-0,01	-14,3
34	71	вис.	северо-восток	0,08	0,05	0,03	0,02	-0,02	-40	-0,03	-60
35	72	вис.	Север	0,06	0,03	0,03	0,02	0	0,25	-0,01	-33,3

*Каталог Гледников СССР, том 14. Амударья, бассейн верховьев реки Зеравшана от устья реки Фандарья. Ленинград. Гидрометиздат, 1982

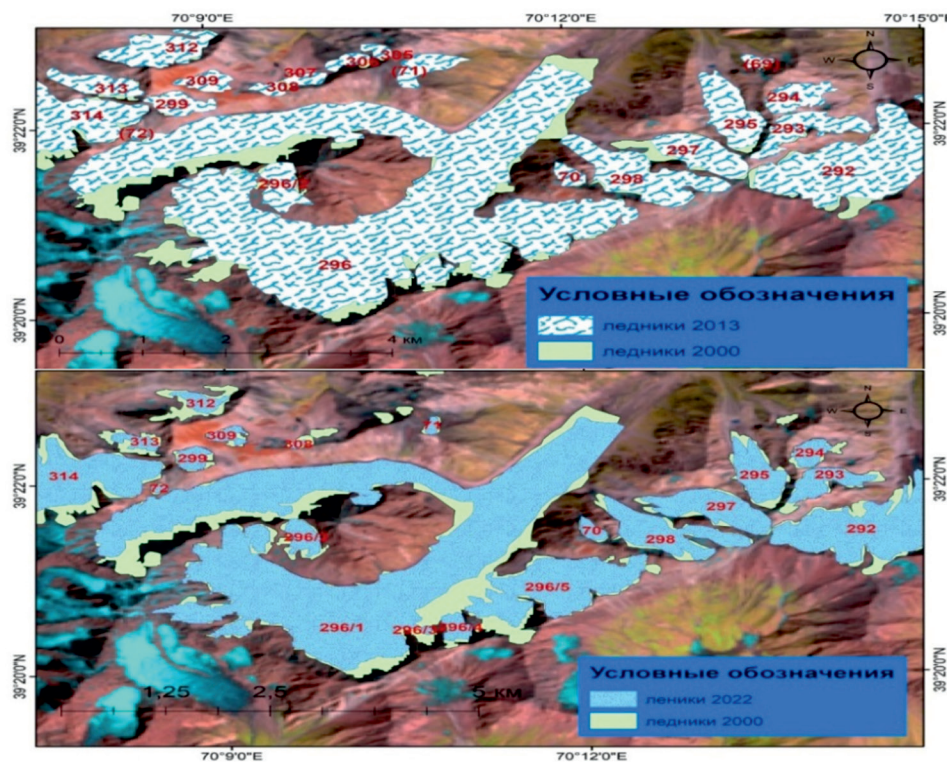


Рис. 7. Картина, показывающая деградацию самого крупного ледника региона исследования (ледник 296) за период 2000 – 2022 гг.

Далее, в течение 2013-2022 гг., ледник разделился ещё на 3 части (2963, 2964 и 2965), площади которых были соответственно равны 0,02, 0,11, 1,532 км² и (рис. 7). Если учесть площади частей, на которые распался ледник 296, то за период 2000-2022 гг. его площадь сократилась на 2,42 км², т.е. на 17,5%.

По морфологическому типу исследуемые ледники подразделяются на долинные (11 ледников - 284, 285, 292, 295, 296, 297, 298, 300, 303, 314 и 315). К долинным ледникам были также отнесены карро-долинные и висяче-долинные ледники. К каровым относятся 17 ледников (283, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 293, 294, 299, 301, 304, 305, 312, 313, 69 и 70), а к склоновым - 7 ледников (302, 306, 307, 308, 309, 71 и 720). К каровым ледникам были отнесены также висяче-каровые, а к склоновым - висячие. Преимущественное положение, занимают долинные и каровые ледники - 28 ледников.

На исследуемой территории, по экспозиции, 8 ледников (283, 284, 285, 301, 302,

303, 308 и 72) имеют ориентацию на север, 5 ледников (292, 296, 300, 315 и 71) - на северо-восток, 12 ледников (286, 291, 295, 297, 298, 304, 306, 307, 313, 314, 69 и 70) - на северо-запад, 6 ледников (287, 288, 289, 290, 305 и 312) - на запад и 4 ледника (293, 294, 299 и 309) - на восток, т.е. по экспозиции направления север и северо-запад имеют преимущество.

Если рассматривать деградацию ледников по морфологическому типу, то из табл. 2 видно, что долинные ледники составляют 31,4%, каровые-48,6% и склоновые – 20% от общего количества ледников. В течение 2000-2013гг. наибольшее сокращение претерпели склоновые (25%), а долинные и каровые ледники сократились соответственно на 3,6 и 20,7 %. В общем за 2000 – 2022 гг. площадь долинных ледников сократилась на 6 км² (25%), каровых – на 1,9 км² (39%), а склоновых – на 0,202 км² (24%). За весь период наблюдения (2000 – 2022 г.), наибольшее сокращение получили каровые ледники (39 %).

Таблица 2

Изменение площади ледников бассейна рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг. по морфодлогическому типу

Морфология	Количество	В % к общему числу	Средняя деградация площадей за период			
			2000 – 2013 гг., км ²	%	2000 - 2022 гг., км ²	%
Долинные	11	31,4	-0,841	-3,6	-5,95	-25,3
Каровые	17	48,6	-1,0	-20,7	-1,9	-39,4
Склоновые	7	20	-0,21	-25,2	-0,202	-24,2

По экспозиции на север ориентированы 8 ледников (22,8%), северо-восток - 5 ледников (14,3%), северо-запад - 12 ледни-

ков (34,3%), запад - 6 ледников (17,1%) и восток - 4 ледника (11,4%).

Таблица 3

Изменение площади ледников бассейна рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг. по экспозиции

Экспозиция	Количество	В % к общему числу	Средняя деградация площадей за период			
			2000 – 2013 гг., км ²	%	2000 - 2022, км ²	%
Север	8	22,8	-0,19	-7,9	-0,51	-21,3
Северо-Восток	5	14,3	-0,5	-2,8	-4,9	-27,8
Северо- Запад	12	34,3	-0,53	-9,6	-1,53	-27,6
Запад	6	17,1	-0,28	-13,4	-0,68	-32,5
Восток	4	11,4	-0,25	21,4	-0,49	-41,9

За период 2000-2013 гг. и 2000-2022 гг. наибольшее сокращение получили ледники, ориентированные на запад и восток (32,5 - 41,9). Ледники, ориентированные на север, северо-восток и северо-запад, за 2000-2013 гг., сократились незначительно (2,8-9,6%), а за 2000-2022 гг. их сокращение составляет 21,3-27,8% (табл.3).

Заключение

За весь период исследования жаркий период года на станциях Мадрушкат и Дехавз приходится на июль и август месяцы. Средняя температура воздуха за эти месяцы составляет 18,5°C и 14,8°C, а наибольшие положительные значения в среднем 19,7°C и 15,8 °C.

Холодный период года на станциях приходится на декабрь, январь и февраль месяцы, а наименьшие отрицательные среднемесячные значения температуры

воздуха наблюдались в январе и феврале месяце, составляя в среднем -6,8°C и -8,6°C соответственно.

Изменение температуры воздуха имеет положительный тренд и за весь период увеличивается, в среднем, на 1,1°C.

Учитывая максимальное среднемесячное значение температуры воздуха в июль и август месяце, на близлежащей (100-200 м по высоте) метеостанции Дехавз и экстраполируя ее на высоты расположения исследуемых ледников, то можно получить, что в зоне аккумуляции ледников она составит +1,8°C, а в зоне языка - +3,5°C. Это способствует их таянию в летний период, меньше в области аккумуляции и больше в области языка ледников.

Ход изменения среднемесячных значений количества осадков за весь период исследования по станции Мадрушкат

и Дехавз имеет положительный тренд в среднем по двум станциям количество осадков увеличивается на 20%, что является как бы надеждой на дальнейшее увеличение аккумуляции снега на ледниках.

По сравнению с 2000 году ледники в 2013 году ледники потеряли 1,5 км² (5,2%), а в 2022 году 7,9 км² (27,6%) своей площади.

В течение 2000-2013 гг. самый крупный в зоне исследования ледник 296 разделился на две части и сократился, примерно на 0,26 км (2%), а в течение 2013-2022 гг., ледник разделился ещё на 3 части и по сравнению с 2000 годом его площадь сократилась на 2,42 км², т.е. на 17,5%.

За 2000 – 2022 гг. площадь долинных ледников сократилась на 6 км² (25%), каровых – на 1,9 км² (39%), а склоновых – на 0,202 км² (24%).

Ледники, ориентированные на север, северо-восток и северо-запад, за 2000-2013 гг., сократились незначительно (2,8-9,6%), а за 2000-2022 гг. их сокращение составляет 21,3-27,8%.

Литература

1. Карандаев С.В., Карандаева Л.М.. Оценка современного оледенения бассейна ледника Зеравшанский. Центрально Азиатский журнал географических исследований. Гидрология и климатология № 3-4, 2021. С.1-12
2. Каталог ледников СССР, том 14. Средняя Азия. Выпуск 3. Амударья. Часть 6. Бассейн р. Сурхоб, между устьями рек Обихингоу и Муксу. Гидрометеодиздат, Ленинград, 1971. 92 с.
3. Каюмов А. Махмадалиев Б., Новиков В. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата Душанбе, 2008. - 86с
4. Каюмов А. Махмадалиев Б., Новиков В., Каримов Ю., Пердомо М. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата - Душанбе, 2003. - 234 с.
5. Каюмов А. Новиков В. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Душанбе, 2014., 166 с .
6. Каюмов А. К., Наврузшоев Х. Д. Современное состояние оледенения бассейна реки Друмдара. Журна «Криосфера», № 1-2, 2021. С.34-44.
7. Каюмов А. К., Давлятова А., Кабутов Х., Наврузшоев Х.Д. Описание изменения площади ледников в бассейне реки Писода. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.53-61.
8. Каюмов А. К., Амиров У., Кабутов Х., Наврузшоев Х.Д. Оценка деградации ледников притока реки Иштансалды бассейна реки Сурхоб дистанционным методом. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.62-71.
9. Каюмов А. К., Гозиев С.Т., Убайдулоев У.Р., Кабутов Х.К., Наврузшоев Х.Д.. Текущее состояние ледников бассейна реки Ситарги в ходе изменения климата. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.79-87.
10. Каюмов А. К., Расулзода Р., Кабутов Х.Л. Изучение состояния ледников в бассейне реки Драй Даршай. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.88-98.
11. Каюмов А. К., Камолова Д., Шомамадов А., Кабутов Х.. Исследование ледников верховья реки Наукрум в бассейне реки Сурхоб. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.99-108.
12. Каюмов А. К., Наврузшоев Х. Д. Деградация ледников северного склона Южно-Аличурского хребта по состоянию на 2021 год. Журнал «Криосфера», № 3-4, 2022. С.96-108.
13. Каюмов А. К., Кабутов Х. К. Исследование ледника Восточный Зулмарт (№139) гляциологическим методом. Журнал «Криосфера», № 3-4, 2022. С.109-117.

14. Курбонов Н.Б., Норматов П.И. Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зеравшан // Известия ВУЗов (Кыргызстан). - Бишкек, 2015. - №4. - С.82-86.
15. Курбонов Н.Б. Климато-географический анализ влияния температурного режима на деградацию ледников бассейна реки Зеравшан - <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-15-25.14> - посещение 15.07.2024
16. Курбонов Н.Б., Фруммин Г.Т. Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зеравшан. Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ. - LAP Lambert Academic publishing RU, 2021. - 145 с.
17. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Гидрометеиздат. Ленинград, 1984. 376 с.
18. Основные результаты выполнения мониторинга и исследований лаборатории Гляциологии ТШВНЦ за период 2016-2020 гг. https://scorcher.ru/glaciology/new_2_2021.php - посещение 16.07.2024 г.
19. Курбонов Н.Б. Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их зависимость от метеорологических условий в бассейне реки Зеравшан // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2014. - №1-1 (126). - С.273-279.
20. Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами бассейна реки Зеравшан. Аналитический обзор. Проект ЕС-ПРООН (2009-2012). Программа Развития ООН, 2010, 92 с.

ОМУЗИШИ ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРЁҲОИ ШАХИ САФЕД ВА ДИХАДАНГ ДАР БОЛООБИ ДАРЁИ ЗАРАФШОН

Шомаҳмадов А.М., Боқизода А.Б., Қайумов А.К., Амиров У.

Аннотатсия. Дар рафти омӯзиши ҳолати пирияхҳо дар ҳавзаҳои дарёҳои Шахи Сафед ва Дихаданг муайян карда шуд, ки ҳарорати миёнаи моҳонаи ҳаво дар давраи солҳои 2000-2023 ва миқдори боришот дар давоми солҳои 2013-2022 тамоюли мусбат дошта, мувофиқан ба ҳисоби миёна 1,1°C ва 20% афзоиш ёфтаанд.

Давоми солҳои 2000-2013, пирияхҳо 1,5 км² (5,2%) ва солҳои 2000-2022 7,9 км² (27,6%) масоҳати худро аз даст додаанд. Пирияхи калонтарини минтақаи омӯзиши (масоҳаташ 13,8 км²) дар давраи солҳои 2000-2022 ба 5 қисм тақсим шуда, масоҳаташ 2,42 км² кам шудааст, яъне 17,5%. Дар давраи солҳои 2000-2022 масоҳати пирияхҳои водигӣ 6 км² (25%), циркӣ 1,9 км² (39%) ва пирияхҳои нишебигӣ 0,2 км² (24%) коҳиш ёфтааст. Масоҳати пирияхҳои ба самти шимол, шимолу шарқ ва шимолу ғарб тамоюлдошта, давоми солҳои 2000-2022 аз 21,3 то 27,8% кам шудааст.

Калидвожаҳо: морфологияи пирияхҳо, экспозитсия, экстраполятсия, градиенти ҳарорат бо баландӣ, тамоюли тағйирёбии қимати параметрҳо.

STUDY OF GLACIERS IN THE SHAKHI SAFED AND DIKHADANG RIVER BASINS IN THE UPPER REACH OF THE ZERAFSHAN RIVER

Shomahmadov A., Bokizoda A.B., Kayumov A.K., Amirov U.

Abstract. During the study of the state of glaciers in the Shakhi Safed and Dikhadang river basins for the period 2000-2022, average monthly air temperature for the period 2000-2024 and the amount of

precipitations for 2013-2022, it was revealed that the change in air temperature has a positive trend and increased by an average of 1.1°C over the entire period. In the glacier accumulation zone, the average monthly air temperature is $+1.8^{\circ}\text{C}$, and in the glacier tongue zone -3.5°C . The course of change in the average monthly precipitations also has a positive trend and for the entire 2013-2022, on average, increased by 20%.

For the period 2000-2013, glaciers have lost 1.5 km^2 (5.2%) of their area, and by 2022 - 7.9 km^2 (27.6%). The largest glacier number 296 (with the area 13.8 km^2) was divided into 5 parts during 2000-2022, and its area decreased by 2.42 km^2 , i.e. by 17.5%. During 2000-2022, the area of valley glaciers decreased by 6 km^2 (25%), cirque glaciers - by 1.9 km^2 (39%), and slope glaciers by 0.2 km^2 (24%). Glaciers oriented to the north, northeast, and northwest decreased by 21.3-27.8% during 2000-2022.

Key words: glacier morphology, exposure, extrapolation, temperature gradient, trend of parameter values.

Маълумот дар бораи муаллифон: А.Шомахмадов, А.Б. Бокизода, А.К. Каюмов, У. Амиров – ходимони илмии Маркази омӯзиши пирияхҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Сведения об авторах: А. Шомахмадов, А.Б. Бокизода, А.К. Каюмов, Ю. Амиров - научные сотрудники Центра изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана.

About the authors: A. Shomakhmadov, A.B. Bokizoda, A.K. Kayumov, Yu. Amirov - research associates of the Center for the Study of Glaciers of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

УДК 551.311(575.3)

СОВРЕМЕННОЕ РЕЛЬЕФОБРАЗОВАНИЕ В МОРЕНАХ ПОГРЕБЁННОГО ЛЕДНИКА НАД ОЗЕРОМ ЛАБИДЖАЙ

Маджидов О.Ш.

*Национальная академия наук Таджикистана,
Отдел географии и дистанционного зондирования*

Аннотация. Установлено, что работа ледников складывается из разрушения, переноса и отложения горных пород. В результате экзарационной (выпахивание) деятельности создаются своеобразные формы на поверхности земли. Ледники, насыщенные обломочным материалом, истирают, полируют, бороздят поверхность подстилающих твёрдых скальных пород создавая каркас рельефообразования в условиях предгорий и гор. На эти процессы накладывает свой отпечаток и фиксируемые сейчас изменение климата. Отступление ледников приводит к изменению в целом приледникового рельефа и также состава составляющих моренных продуктов. Также на статью рассматривается зависимость режима уровней озёр от климата.

Ключевые слова: ледник, морена, рельеф, климат, горные породы.

Введение. Как известно, работа ледников складывается из разрушения почв, переноса и их отложения. В результате экзарационной (выпахивание) деятельности создаются своеобразные формы на поверхности земли. Ледники, насыщенные обломочным материалом, истирают, полируют, бороздят поверхность подстилающих твёрдых скальных пород [2], создавая каркас рельефообразования в условиях предгорий и гор. На эти процессы накладывает свой отпечаток и фиксируемое сейчас изменение климата.

Насколько нам известно, эта денудационная деятельность в условиях Таджикистана исследована не была, и восполнение данного пробела в этом направлении современной горной геоморфологии представляется весьма актуальным.

Исходя из этого, целью статьи явилась описание процессов рельефообразования в моренах ледников бассейна р. Ягноб – левого притока (второго порядка) р. Зеравшан в среднем течении (на примере погребённого ледника над озером Лябиджай).

Материал и методика

Материал для статьи был собран во время экспедиции в бассейн р. Лабиджай, осуществлённой с 03 по 07 июня 2019 г. Были выполнены обход этого и других озёр с их окрестностями, определены (с помощью JPS) их координаты, ориентировочные размеры, значения температуры воздуха и воды с помощью аспирационного термометра и термометра в оправе Шокальского соответственно.

Полученные результаты и их обсуждение. Рабочая гипотеза исследования

В развитии структур равнин и горных стран имеются и общие и некоторые индивидуальные черты. Последние сказываются, прежде всего, в различной роли линеаментов в формировании рельефа (доля линейных морфоструктур в горных условиях возрастает) [5].

Динамическое равновесие систем рельефообразования может быть нарушено не только сменой климата, но и движениями земной коры. Не всегда легко определить фактор, нарушивший равновесие системы и обусловивший перестройку рельефа. Взаимобусловленность процессов рельефообразования может быть выражена двумя схемами [3]:

1. классическая $T \rightarrow P \rightarrow C$, где T - тектоническое движение; P – работа рек; C – склоновые процессы;

2. новое представление о связи основных рельефообразующих процессов $K \rightarrow I \rightarrow C \rightarrow P$, где K – климатические изменения; V – выветривание; C – склоновые процессы; P – работа рек

Некоторые исследователи (П. Кесслер, Ю. Бюдель, С.С. Неструев, А.Н. Мазарович, Е.В. Шенцер и др.) в 20-30 е годы прошлого столетия пришли к выводу, что на равнинах и в горах умеренного пояса развитие склонов в большей степени определялось климатическими изменениями.

Предложенная ими схема не зачёркивает предыдущей, оба фактора – текто-

ника и климат действуют совместно, обуславливая сложное строение рельефа и рыхлых отложений.

Рассматриваемая нами морфологические изменения на моренных отложениях подтверждают вторую схему взаимообусловленности процессов рельефообразования, что следует из нижеизложенного.

Ниже селения Такфон (Айнинский район, Согдийская обл. Республика Таджикистан) в р. Ягноб с левого берега стекает речка Габируд, длиной более 11 км. В неё с обоих берегов стекают пять притоков, главные из которых берёт своё начало с северных склонов Гиссарского хребта, у подножья пика Казнок (4886,7 м. абс) – рис. 1.

Своё название речка Габируд берёт ниже кишлака Шурпаст (в южной части), где сливаются её притоки: Обисофруд и Лабиджай протекающие с юга на север. Речка Лабиджай берёт своё начало из-под морены ледников и пройдя 5,5 км пути, стекает в речку с названием Обисофруд (левый приток).

На расстоянии 0,9 км от от начала р. Лабиджай (из-под завала), на высоте 2760,8 м абс. расположено небольшое озеро ($39^{\circ}06'25''$ с.ш. и $68^{\circ}35'47''$ в.д.), с тем же именем, Лабиджай.

Название озера Лабижай состоит из двух слов; лаби и джай. “Лаби” переводится как край, а слово “джай” означает (на согдийском языке) озеро [1].

Площадь озера, по нашим оценкам, в сезон половодья составляет 35200 м², наибольшие: длина 360 м, ширина -173 м.

С начала мая до конца сентября чаша озера переполнена водой, и она переливается через её дамбу. С ноября по февраль вода в озере постепенно убывает и затем оно высыхает. Если зимой температура воздуха выше 0оС, то в чаше озера вода остаётся. Когда чаша озера опустеет, то на дне можно заметить небольшое отверстие. В случае уменьшения поступления воды, последняя через дамбу озера не сте-

кает, а вытекает через отверстие на дне озера. Осенью и зимой, когда температура воздуха опускается ниже 0°C, все реки

в окрестностях замерзают и сток в озеро не фиксируется.

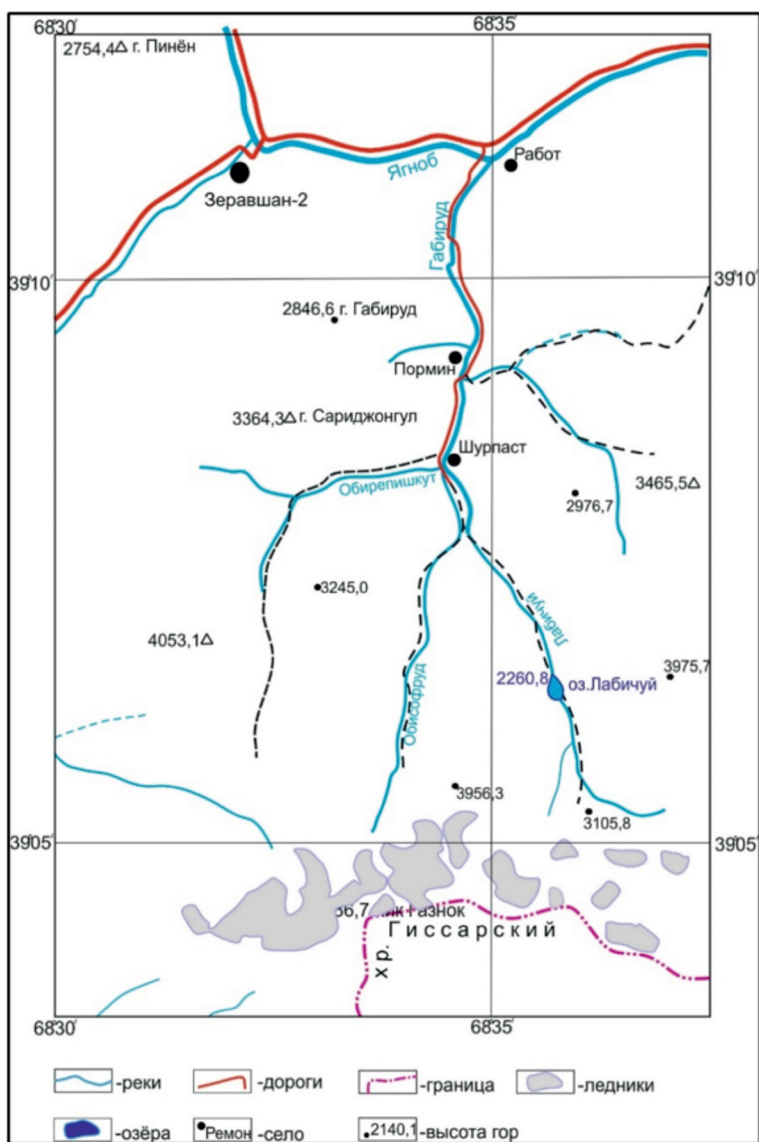


Рисунок 1. Схема размещения бассейна р. Габируд (источник: на основе топографических карт оцифровано Маджидовым О.Ш.)

На топографических картах 70-х годов прошлого столетия отмечено, что южнее озера на моренах существовали два озёра. Их также можно было наблюдать и на космоснимках (Гугл, Планета Земля, 2013 г). Оказалось, что к сегодняшнему дню вместе них там появились четыре новых озёра по сравнению с предыдущими двумя, весьма маленькие по размеру.

По данным Каталога ледников СССР [4], у истока р. Лабиджай, отмечены лед-

ники: 630, 631, 632, 633, (216)* и (217)* (* - размер ледников <1км²).

К настоящему времени некоторые из них уменьшились в размерах, а часть исчезла вовсе.

Чуть выше озера Лабиджай фиксируются морены от остатков ледников (рис.2).



*Рисунок 2. Вид морены со стороны озера Лабиджай
(фото Маджидова О.Ш.)*

При сближении форма морены напоминает кончик стрелы на дне ущелья. Отметим, что форма озера Лабиджай также напоминает по форме кончик стрелы.

Здесь наблюдается в основном камы (ледниковые аккумулятивные холмистые формы рельефа, беспорядочно разбросанные в виде округлых конусовидных куполов часто с плоскими вершинами) - [5].

В большой морене в результате таяния ледника под ней, накрывшей остатки лед-

ника, был зафиксирован её прорыв. Под ней лежали остатки ледника, и они полностью просматривались. Толщина видимой части ледника под мореной была приблизительно 5-6 метров, а толщина морены, лежащей над льдом, составляла 0,5-1 м (рис. 3). Толщину невидимой части ледника нам определить не удалось.

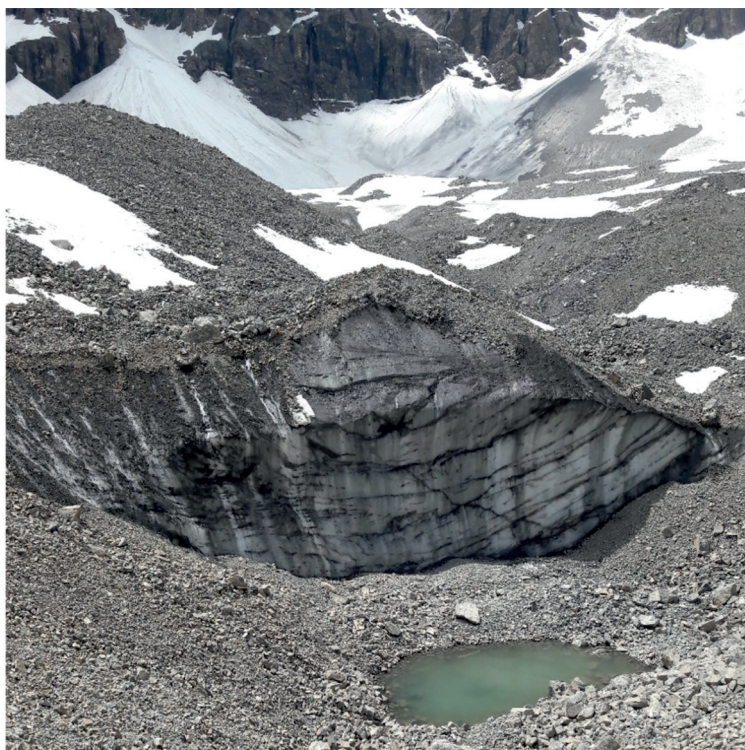


Рисунок 3. Ледник, лежащей под мореной (фото Маджидова О.Ш.)

В оторвавшейся части ледника видны несколько полос разной ширины, расположенные на разных расстояниях друг от друга. Думается, что когда-то в древние времена этот ледник не раз подвергался отступлению и действию видимо ветром снесённых частиц от полепожаров и пылевых бур.

В большой морене над озером мы зафиксировали 4 небольших моренных озера, которые были не очень большими и имели диаметр от 7 до 20 м.

В 3-х из них измерялись температура воды и воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Температура воздуха вокруг озёр и воды в них

Озёра	Дата измерения	Время измерения, Часмин	Температура воздуха, °С	Температура воды в озере, °С	Высота, м. абс.
Озеро -1	05.06.2019	1035	24	6	2918
Озеро -2	05.06.2019	1045	24	9	2920
Озеро -3	05.06.2019	1120	23	4	2970

Нам не удалось измерить температуру воды в четвёртом озере, которое было глубже, а наклон морены вокруг неё была очень крутым.

Как видим, прямой связи температуры воздуха и воды в озёрах нет. Первые выше вторых до 6 раз, известный в земледелии факт уменьшения температур воздуха с повышением абсолютной высоты, подтверждён.

В ходе экспедиции также мы наблюдали изменения моренного рельефа. 05 июня 2019 г., в 13 часов 10 минут раздался звук перекатывающихся камней и плеска воды. Мы двинулись вверх по морене. Примерно в 35-40 м восточнее наблюдали движение морены, от которого образовалось что-то похожее на песчаную воронку большого размера. Камни, ударяясь друг о друга, разбивались и измельчивались и затем засасывались в дно образовавшейся воронки.

Была зафиксирована кратероподобная яма в центре морены с глубиной около 15-20 м.

На дне колодца было видно отверстие, похожее на пещеру, верхняя часть которой была покрыта ледником, и вода текла из неё, как в городских канализациях. Лёд на поверхности образовавшейся ледяной пещеры скатывался, а моренные камни выкатывались из появившихся отверстий, издавая необычный звук и уходя под дно ледника. Такие случаи мы наблюдали несколько раз в течение дня.

Эти наблюдения позволяют предположить, что современное состояние рельефа предгорий у ледника обусловлено остатками морен ледников, которые со временем изменили свой облик. Оно продолжает изменяться и сейчас, так как на таких участках ещё существуют подморенные ледники.

Их отступление приводит в целом к изменению приледникового рельефа, а также состава составляющих моренных продуктов, так как при каждом динамическом движении (как в дробилке) моренные продукты, ударяясь друг в друга, раздробляются. Самые мелкие частицы

(песок) при этом стекают с подледниковыми водами в низины морен и там осаждаются.

Выводы

1. Климатические изменения являются ключевым фактором рельефообразования в высокогорьях и горных долинах.
2. Объём и площадь завальных горных озёр нестабильны, если стекающая в них вода непостоянна по объёму. При этом вода с озера может просачиваться, по трещинам, находящихся на дне озера.
3. Новейшее рельефообразование продолжается и поныне в высокогорных зонах, вблизи ледников и на моренах.
4. Судя по полосам в обломанном леднике, данный ледник не раз был погребён.

Литература

1. Аброров Х. Холиков Х. Табиат ва сарвати куксори Фон (Природа и ресурсы Фанских гор). Душанбе: «Ирфон», 2004. – 163 с.

2. Горшков Г.П., Якушева А.Ф. Общая геология. Москва: изд-во Московского университета, 1973 – 593 с.
3. Дедков А.П., Бутаков Г.П., Мозжерин В.И. Теоретические проблемы современной климатической геоморфологии. // Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. Новосибирск, Изд. “Наука”, Сибирское отделение. 1982. - с. 21-28
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 3. Части 1, 2. Бассейн реки Зеравшан. Ленинград: Гидрометеиздат, 1982. –120 с.
5. Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ. Москва. Издательство Московского университета. 1972. -252 с.
6. <https://inkakris.livejournal.com/573830.html>

ТАШАККИЛИ РЕЛЕФИ ИМРЎЗА ДАР МОРЕНАҲОИ ПИРЯХИ ҚАЪРШУДА ДАР БОЛОИ КЎЛИ ЛАБИҶАЙ

Маҷидов О.Ш.

Аннотатсия. Муқаррар карда шудааст, ки кори пирияхҳо аз харобишавӣ, кашондан ва қаър кардани ҷинсҳо иборат аст. Дар натиҷаи фаъолияти экзоратсионӣ дар сатҳи замин шаклҳои ба худ хос ба вучуд меоянд. Пирияхҳо, ки аз маводи кластикӣ сер шудаанд, сатҳи ҷинсҳои сахти зеризаминиро фарсуда, сайқал дода, ҷудо карда, барои ташаккули рельеф дар доманақӯҳҳо ва кӯҳҳо замина ба вучуд меоваранд. Ба ин равандҳо инчунин тағйирёбии иқлим, ки ҳоло ба қайд гирифта мешавад, таъсир мерасонад. Оқибнишинии пирияхҳо боиси тағйир ёфтани рельефи умумии периглятсиалӣ ва инчунин, таркиби маҳсулоти таркиби морена мегардад. Дар мақола инчунин вобастагии реҷаҳои сатҳи кӯл аз иқлим баррасӣ карда мешавад.

Калидвожаҳо: пириях, морена, рельеф, иқлим, ҷинсҳои кӯҳ.

RECENT RELIEF FORMATION IN THE MORAINES OF A BURIED GLACIER ABOVE LAKE LABIJAY

Majidov O.Sh.

Annotation. The work of glaciers consists of the destruction, transport and deposition of rocks. As a result of exaration (plowing) activity, peculiar shapes are created on the surface of the earth. Glaciers,

saturated with clastic material, wear, polish, and furrow the surface of the underlying hard rocks, creating a framework for relief formation in the foothills and mountains. These processes are also affected by climate change that is currently being recorded. The retreat of glaciers leads to a change in the periglacial relief in general and in the composition of the size of the constituent moraine products. The article also examines the dependence of lake level regimes on climate.

Keywords: glacier, moraine, relief, climate, rocks.

Маълумот дар бораи муаллиф: Мачидов Одинабой Шарифмуродович, номзади илмҳои техникаӣ, и.в. Мудири Шуъбаи география ва зондкунони фосолави Раёсати АМИТ, Тел: 939300087. E-mail: mbobojon@mail.ru

Сведения об авторе: Маджидов Одинабой Шарифмуродович, кандидат технических наук, и.о. зав. Отдела географии и дистанционного зондирования Президиума НАНТ, Тел: 939300087. E-mail: mbobojon@mail.ru.

About the author: Madzhidov Odinaboi Sharifmurodovich, Candidate of Technical Sciences, Acting Head of the Department of Geography and Remote Sensing of the Presidium of the National Academy of Sciences of the Russian Federation, Tel.: 939300087. E-mail: mbobojon@mail.ru.

УДК 551.324.63

ВКЛАД ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ТЕРРИТОРИИ

Бокизода А.Б.¹, Юсуфи Т.², Нормакмедова З.О.³

¹Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана,

²Филиал Технологического Университета Таджикистана в г. Исфара,

³Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация. Проведен обзор исследований и информации о состоянии и дальнейшей эволюции ледников в бассейне реки Зеравшан. Выяснено, что:

- из-за негативного последствия изменения климата в ближай-шие 30-40 лет площадь ледников бассейна может уменьшиться на 20-30 %.

- глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники полностью уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами.

- по причине расположения ниже фирновой линии, большинство ледников бассейна сокращаются быстрее, чем на Памире и в других регионах Таджикистана;

- богатые водные ресурсы и наличие огромных площадей ледников бассейна обеспечивают потенциальную возможность для строительства гидроэлектростанций, как на самой реке Зеравшан, так и на ее крупных притоках.

Ключевые слова: ледники, оледенение, глобальное потепление, таяние ледников, запас льда, водосборная площадь, расход воды, деградация ледников, сток реки, водно-энергетические ресурсы, гидроэнергетический потенциал.

Введение

Общая площадь современных ледников составляет около 16,3 млн. км². Ледники занимают около 11% площади суши, а их общий объем достигает 30 млн. км³. Ледники могут существовать только в приполярных или высокогорных районах [6, 12, 13].

Площадь оледенения гор Центрально-Азиатских республик составляет около 17 тыс. км², из которых около 65% находится в Таджикистане.

Пока страны Центральной Азии могут рассчитывать на запасы пресной воды, сосредоточенные в ледниках Памира и Тянь-Шаня, и при сохранении сложив-

шейся тен-денции, к концу XXI века, они могут полностью исчезнуть <http://alternathistory.com/konets-lednikovogo-perioda-srednej-azii-predrekli-globalnuyu-ekologicheskuyu-katastrofu/>.

С другой стороны, согласно исследованиям Лаборатории гляциологии, Тянь-Шанского высокогорного научного центра Национальной академии наук Кыргызской Республики выявлено, что глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники Центральной Азии не исчезнут полностью, а уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами [15].

Ситуация с обильным таянием ледников по всему миру, в том числе и в Таджикистане вызывает опасение.

Бассейн реки Зеравшан является одним из основных регионов сосредоточения ледников Таджикистана. В связи с этим нашей основной целью было проведение обзора исследований и информации о состоянии и дальнейшей эволюции ледников в этом бассейне, имеющее большое научно-практическое значение.

Краткая информация о состоянии ледников бассейна реки Зеравшан

Общий запас льда в бассейне реки Зеравшан составляет 36,9 км³. Из этого объема, 88,6% сосредоточено в ледниках бассейна реки Матча, где расположены все крупнейшие ледники региона. В таблице 1 приведен список наиболее крупных ледников бассейна реки Зеравшан.

Таблица 1

Наиболее крупные ледники бассейна реки Зеравшан [9]

Ледники	Бассейн реки	Площадь, км ²	Длина, км	Объем льда, км ³
Зеравшан	Масчо	132,6	27,8	14,94
Преображенский	Рама	54,0	12,8	9,02
Россинч	Россинч	17,8	-	2,03
Шахи Сафед	Шахи Сафед	11,1	9,2	1,43
Парах	Масчо	9,4	6,8	0,75
Суфитахир	Водиф	5,8	5,0	0,38
Рог	Рог	5,2	7,1	0,32

Всего в бассейне реки Зеравшан насчитывается 1272 ледников общей площадью 708,5 км², причем 892 из них имеют размеры 0,1 км² и более и занимают площадь 686,7 км² [12]. По данным разных источников, суммарный объем всех ледников бассейна реки Зеравшан колеблется от 27 до 36 км³ [2,14].

По своему местонахождению ледники бассейна реки Зеравшан расположены в бассейнах рек Масчо, Фондаря Ягноб, Киштут и Могиён [9].

Для ознакомления с эволюцией ледников бассейна реки Зеравшан, были рассмотрены наиболее изученные ледники бассейнов рек Масчо и Фон-Ягноб, т.е. верховья реки Зеравшан.

По данным Щетинникова [18, 19], в бассейне реки Масчо насчитывается 587 ледников, занимающих площадь 179,2 км². Количество ледников в Фон-Ягнобской котловине – 460, с площадью 133,3 км² [2, 14].

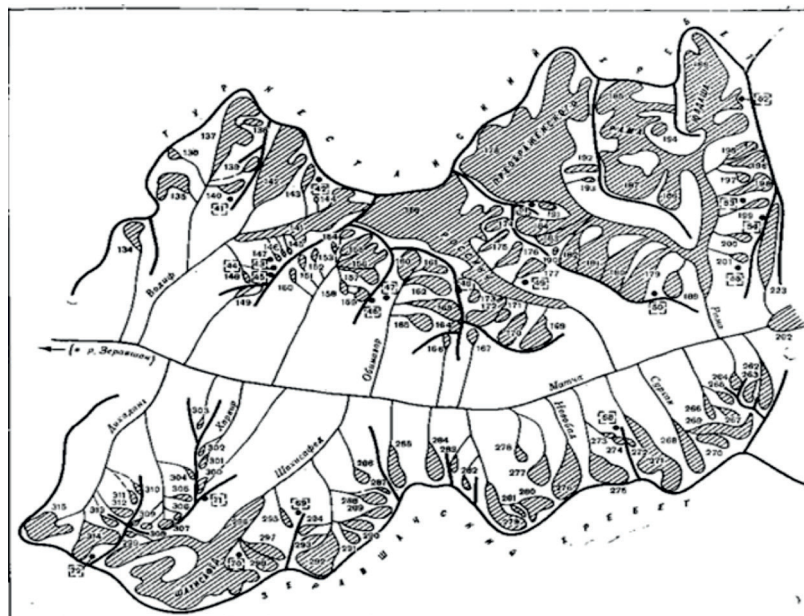


Рис. 1. Расположение ледников на правом и левом притоках реки Масчо выше дельты реки Туро [9].

Ледники бассейна реки Масчо (рис. 1 и 2) расположены в истоках одного из ледниковых зон Гиссаро-Алая. Это ледники Рама, Туро, Дихаданг и Парох, имеющие длину от 2 до 8,9 км и площади от 2 до 22,3 км². Эти ледники находятся в состоянии сокращения, и за период с 1870 по 1991 год их языки сократились от 13 до 356 м [13, 14].

Наиболее крупным ледником бассейна реки Масчо является ледник Зеравшан (рис. 2), состоящий из 21 ледников общей площадью - 132,6 км² и объемом льда - 14,9 км³ [9]). Язык ледника расположен на высоте 2810 м над уровнем моря, находится в состоянии деградации, и за 1880-1980 годы сократился на 2 км, а его средняя и правая часть – на 1,0-1,5 км.

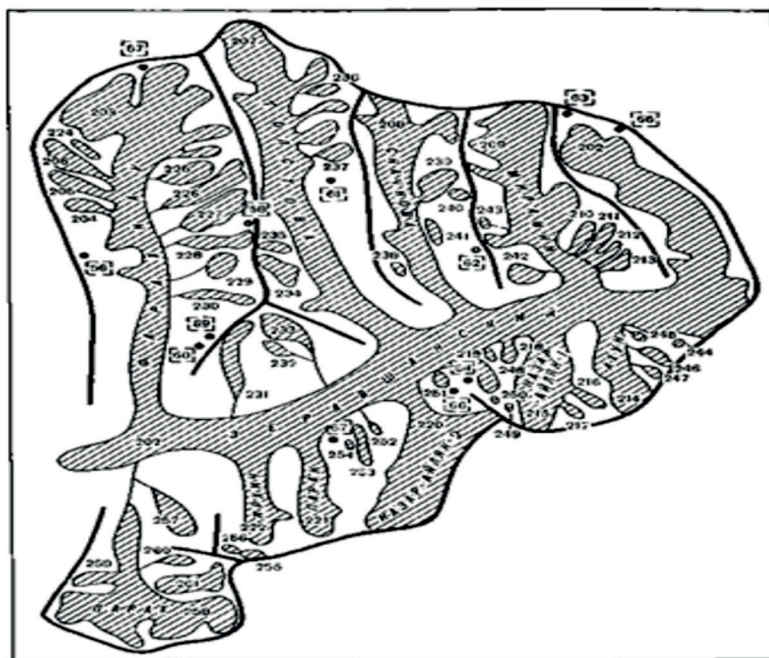


Рис. 2. Расположение ледника Зеравшан в бассейне реки Масчо [9].

В настоящее время поверхность ледника ежегодно снижается на 60 см в год и движется в сторону склона со скоростью до 0,25 м в сутки [14].

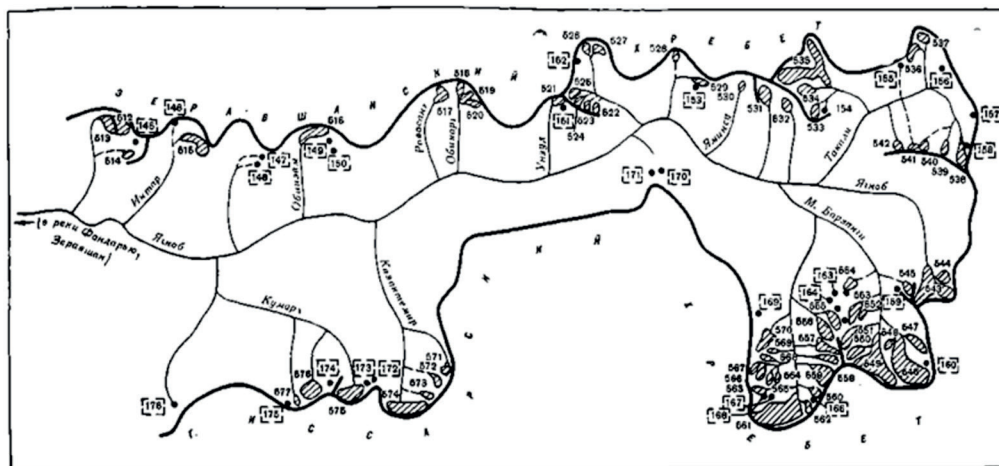


Рис. 3. Расположение ледников в бассейне р. Ягноб [9].

Площадь оледенения реки Фандарья в 6 раз меньше площади оледенения бассейна реки Масчо, а питание ее ледников примерно в 8 раз меньше, чем питание этой реки [12].

По некоторым источникам [2, 13, 14] в бассейне реки Ягноб (рис. 3), являющегося основным притоком Фандарьи, площадь ледников составляет 70,8 км².

Таким образом, горные ледники Зеравшана, как и большинство ледников Таджикистана и Средней Азии, в настоящее время переживают бурный период деградации [2] и деградируют они быстрее, чем ледники Памира и других регионов Таджикистана, что связано с низким их расположением относительно фирновой линии и характерным для всех регионов влиянием глобального потепления [1-4].

Реки, как основные источники водных ресурсов Зеравшанской долины

Водные ресурсы реки Зеравшан имеют важнейшее значение для сельского хозяйства, гидроэнергетики и связанными с ними отраслями экономики Зеравшанской долины.

Длина реки Зеравшан, вместе с притоками, составляет - 877 км, а площадь водосбора - 12,3 тыс. км² и на изучаемой территории, в основном, состоит из бассейнов рек Масчо и Фандарья.

Река Масчо вытянута в широтном направлении, берёт начало от Зеравшанского ледника, на высоте 2775 м и протекая по узкой и глубокой долине расстояние 200 км и присоединяясь с рекой Фандарья, образует реку Зеравшан [7].

Водосборная площадь реки составляет 4650 км² [8]. Среднегодовой расход воды на нижнем участке реки Матча колеблется в пределах 58-108 м³/с. Река многоводна на протяжении июль-августа, когда расход воды возрастает до 479 м³/с, и маловодна в апреле, когда снижается до 11 м³/с [8].

Площадь водосбора реки Ягноб составляет 1650 км² и по некоторым оценкам, 29% своего питания, получает из подземных вод, 58% - за счет таяния снежников и 13% - за счет таяния ледников [1, 4].

Фондарё является левым притоком реки Зеравшан, имеет длину 24,5 км и площадь водосбора - 3230 км². Среднегодовой сток Фандарьи при впадении в реку Масчо составляет 62,2 м³/с, а в отдельные годы достигает 85,4 м³/с [1, 4].

По прогнозам, в ближайшие десятилетия, площадь оледенения бассейна реки Зеравшан может сократиться на 20-30%, что, в свою очередь, существенно изменит водный режим реки Зеравшан [3, 4].

Гидроэнергетические ресурсы реки Зеравшан

Водно-энергетические ресурсы бассейна реки Зеравшан важны не только для Таджикистана, но и для ниже расположенной Республики Узбекистан.

Проведенные ранее исследования показали, что гидроэнергетический потенциал реки Зеравшан оценивается в 33,9 млрд. кВт. часов электроэнергии, при этом технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергетические ресурсы для строительства ГЭС составляют 10,6 млрд. кВт. часов [5, 16].

В последние годы в 20 населенных пунктах Горно-Мастчинского и Айнинского района, на малых притоках реки Зеравшан, построены и введены в эксплуатацию малые гидроэлектростанции. Одна из таких гидроэлектростанций построена в местечке Талоки Марзич (недалеко от села Анзоб) [3].

По имеющимся оценкам [16], в бассейне реки Зеравшан существует 13 створов, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами, из которых 10 находятся в изучаемом регионе (таблица 2).

Таблица 2

Планируемые в бассейне реки Зеравшан гидроэлектростанции [16]

ГЭС	Объем водохранилища, км ³	Устанавливаемая мощность, МВт	Выработка электроэнергии, млрд. кВт. часов/год
Река Масчо			
Масчо	1,0	90	0,55
Риамут	0,55	75	0,46
Оббурдон	0,72	120	0,35
Дарг	0,05	130	0,75
Сангистон	0,05	140	0,9
Похут	0,05	140	0,9
Фондарья			
Фондарья	—	300	1,8
Река Зеравшан			
Айни	0,05	160	0,95
Яван	0,05	120	0,18
Дупули	26	200	1,0
Всего:	28,52	1475	7,84

В ходе официального визита Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона в Республику Узбекистан, 2 июня 2022 года, президентами двух братских стран, был дан старт строительству Яванской гидроэлектростанции на реке Зеравшан.

В настоящее время изучается возможность строительства гидроэлектростанции Фондарья мощностью 135 мегаватт и выработкой 600 миллионов киловатт-часов электроэнергии.

Заключение

Как упомянул президент Таджикистана Эмомали Рахмон, выступая 7 июня 2022 года на Второй международной конференции высокого уровня по международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028», Таджикистан, на протяжении нескольких лет, испытывает негативные последствия от изменения климата, в особенности, от таяния ледников.

Обнадеживающим является только то, что согласно [15] глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники Центральной Азии не исчезнут, а полностью уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами.

В бассейне реки Зеравшан большинство ледников сокращаются быстрее, чем на Памире и в других регионах Таджикистана, главным образом, из-за расположения ледников ниже фирновой линии.

Водные ресурсы бассейна реки Зарафшан обеспечивают эффективные возможности для строительства гидроэлектростанций, как на самой реке, так и на ее крупных притоках.

Предложения и рекомендации

Для предотвращения и уменьшения быстрого таяния ледников бассейна реки Зеравшан предлагаются следующие превентивные мероприятия:

1. Строительство водоемов и озеленение территории вблизи ледников
2. Посадка лесов
3. Весенний и осенний сбор воды за счет строительства малых, но глубоких водоемов.
4. Строительство и пуско-наладка электронасосов.
5. Строительство «подземных резервуаров воды»
6. Создание нескольких крупных ледниковых заповедников.
7. Проведение мониторинга и изучения состояния бассейна реки Зеравшан не реже одного раза в пять лет.

Использованная литература

1. Аброров Ҳ. Иқтидори иқтисодии захираҳои оби водии Зарафшон. Душанбе. 2005. 190 с.
2. Аброров Ҳ. Ҳолати имрӯза ва таҳаввули минбаъдаи пирияхҳои кӯхистони Зарафшон. Конференсияи илмӣ дар мавзӯи „Имкониятҳои истифодабарии захираҳои обӣ-энергетикии Тоҷи-

кистон дар шароити тағйирёбии иқлим”. Душанбе, 22 майи соли 2009.

3. Аброров Х.А., О.А. Ризоева, М.Ё. Холбегов Рациональное использование и защита водных ресурсов в Согдийской области Республики Таджикистан. Молодой ученый, №23 (365). Душанбе, 2021.С.137-143.
4. Аброров Х., Шерматов Н. Формирования водных ресурсов Горного Зерафшана и их экономический потенциал. Душанбе, 2013.
5. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. – Л.: Недра, 1965, 658с.
6. Долгушин Л.Д., Осипов Г.Б. Ледники. Природа мира. Москва. «Мысль». 1989. 131 с.
7. Зеравшан (река в Ср. Азии) // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
8. Ирригация Узбекистана. Том 2. Издательство «Фан», Узбекской ССР, Ташкент, 1975, 132 с.
9. Каталог ледников СССР. Т.14. вып.,3.ч.1.,2, бассейн р. Зеравшан. Л. Гидрометеоздат, 1982. 120 с.
10. Каюмов А.К., Арифов Х.О. Деградации оледенений и оценка ее влияния на развитие гидроэнергетики Таджикистана. Вестник «Таджикистан и мир» №3(71), 2020 г., с. 147-155.
11. Каюмов А.К., Арифов Х.О. Перспективы развития гидроэнергетики в условиях климатических изменений и деградации ледников. Экономика Таджикистана. №1, 2021 г., с. 117-121.
12. Котляков В.М. Снег и лед в природе Земли. Москва. „Наука”, 1986. 160 с.
13. Мӯсоев З., Дильмурадов Н. Ледники Таджикистана. Душанбе, 1994.
14. Насыров М.Н. Ледники бассейна р. Зеравшан. „Современное оледенение в бассейне реки Зеравшан“. Ташкент, 1972.
15. Основные результаты выполненных мониторинга и исследований лабо-

- ратории Гляциологии ТШВНЦ в период 2016-2020 гг. https://scorcher.ru/glaciology/new_2_2021.php - посещение 11.02.2022 г.
16. Курбонов Н.Б., Фрумин Г.Т. Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зерафшан. Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ. - LAP Lambert Academic publishing RU, 2021. - 145 с.
17. Снега и льды Земли. Москва. «Наука», 1969. 164 с.
18. Шетинников А. С. Оледенение Гиссаро - Алая. Ленинград, 1981. 119 с.
19. Шетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. Ташкент, 1998. 219 с.

НАҚШИ ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ ЗАРАФШОН ДАР ТАШАККУЛИ ЗАХИРАҲОИ ОБ ВА ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ МИНТАҚА

Бокизода А.Б., Юсуфӣ Т., Нормакмедова З.О.

Аннотатсия. Баррасии тадқиқот ва маълумотҳо оид ба ҳолат ва таҳаввули пирияхҳои ҳавзаи дарӢи Зарафшон гузаронида шуда, маълум карда шуд, ки:

- бар асари оқибатҳои манфии тағирёбии иқлим ва обишави босуръати пирияхҳо толи 30-40 соли оянда масоҳати пирияхҳои ҳавза метавонад 20-30% кам шавад;

- тибқи наҷӯҳиҳои олимон, гармишави глобалӣ то 100-200 соли дигар идома ёфта, пирияхҳои Осиёи Марказӣ, аз ҷумла ҳавзаи дарӢи Зарафшон комилан зери морена мемонанд ва бо суръати сусттар ҳам бошад, об медиҳанд;

- бо сабаби аз хати фирн поёнтар ҷойгир шудани пирияхҳои ҳавзаи дарӢи Зарафшон аксари пирияхҳои ҳавза назар ба пирияхҳои Помир ва дигар минтақаҳои Тоҷикистон тезтар коҳиши меёбанд;

- захираҳои бойи обӣ ва мавҷудияти майдонҳои азими пирияхҳо барои сохтани неругоҳҳои барқии обӣ, ҷӣ дар ҳуди дарӢи Зарафшон ва ҷӣ дар шохобҳои калони он, имконият фароҳам меоранд.

Калидвожаҳо: пирияхҳо, яхбандӣ, гармишави глобалӣ, обишави пирияхҳо, захираи ях, майдони ҳавзаҳо, сарфи об, таназзули пирияхҳо, ҷамъи оби дарӢ, захираҳои обу энергетикӣ, иқтисоди гидроэнергетикӣ.

THE CONTRIBUTION OF THE GLACIERS OF THE ZERAVSHAN RIVER BASIN TO THE FORMATION OF WATER AND ENERGY RESOURCES OF THE TERRITORY

Bokizoda A.B., Yusufi T., Normakhmedova Z.O.

Annotation. A review of research and information on the state and evolution of glaciers in the Zerafshan River Basin was carried out. It turned out that:

- because of climate change and melting glaciers for many years, in the next 30-40 years their area may decrease by 20-30%.

- according to the investigations, global warming will continue for another 100-200 years, and the glaciers of Central Asia, including the Zerafshan river basin, will completely go under the moraine cover and will release water, although at a slower pace.

- glaciers of the Zerafshan river are decreasing faster than in the Pamirs and other regions of Tajikistan due to the location of the most of the glaciers of the basin below the firn line;

- rich water resources and the presence of huge areas of glaciers provide a potential opportunity for the construction of hydroelectric power plants, both on the Zerafshan River and on its large tributaries.

Key words: glaciers, glaciation, global warming, glacier melting, ice supply, catchment area, water discharge, glacier degradation, river runoff, water and energy resources, hydropower potential.

Маълумот дар бораи муаллифон: Бокизода А.Б. – ходими илмии Маркази омӯзиши пирияхҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Юсуфӣ Т. – муаллими калони Филиали Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон дар шаҳри Исфара, Нормакмедова З.О. – докторанти (PhD) Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Сведения об авторах: Бокизода А.Б. - научный сотрудник Центра изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана, Юсуфи Т. - старший преподаватель Филиала Технологического университета Таджикистана в городе Исфара, Нормакмедова З.О. - докторант (PhD) Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана.

About the authors: Bokizoda A.B. - research fellow at the Glacier Study Center of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Yusufi T. - senior lecturer at the Branch of the Technological University of Tajikistan in Isfara, Normakhmedova Z.O. - PhD student at the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

ОЦЕНКА ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ГУНТ ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Шарофиддинов С.С., Одинаев О.Б., Гулахмадов А.А.

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ
Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей
среды при Правительстве Республики Таджикистан*

Аннотация. В статье рассмотрены климатические и гидрологические данные в бассейне реки Гунт за последнее десятилетие (2011-2020гг).

Отмечается значительное повышение температуры воздуха в холодный период года и незначительное понижение в теплый период. Особенно теплым было последнее десятилетие, когда на всех станциях не менее 7 лет средняя годовая температура воздуха превысила норму.

Ход накопления осадков в водосборе Гунта меняется в зависимости от высоты местности и орографии. Годовое накопление осадков остается в пределах нормы. В Хороге и Навабаде, расположенных в долине, отмечена тенденция их небольшого увеличения (около 2%). В высокогорье (Булункуль) отмечен недобор годовых осадков на 9%, в Джавшангозе на 6%.

Что касается расходов воды, то за последние десятилетия наблюдается снижение среднегодового стока реки Гунт, то средний расход воды оказался ниже нормы на 9%.

Если рассматривать внутригодовой ход расходов, то средний расход многоводного периода последнего десятилетия был ниже нормы на 17%. Однако в маловодный период расход был выше нормы на 9%, то есть мы наблюдаем существенное снижение накопления осадков в весенне-летний и увеличение в осенне-зимний периоды.

Ключевые слова: температура, осадки, расходов воды, теплый сезон, холодный сезон, бассейн реки Гунт.

Введение

Одной из величайших проблем, с которой сталкивается человечество в XXI веке, является то, как бороться с глобальным климатом сегодня и в будущем. Сезонные колебания климата с их засухами, наводнениями и штормами являются причиной крупных стихийных бедствий, которые в худшем случае приводят к смерти, голоду, потере средств к существованию, эпидемиям и перемещению населения, а также огромным потерям личного и государственного имущества [1]. Таджики-

стан является наиболее уязвимой к изменению климата страной в регионе ЕЦА (Европа и Центральная Азия). За последние десятилетия количество стихийных бедствий в стране значительно возросло, что представляет серьезную угрозу благополучию жителей страны и всего региона [2]. По наблюдениям Таджгидромета, за последние шестьдесят лет среднегодовая температура воздуха в республике повысилась на один градус Цельсия, а частота и интенсивность стихийных гидрометеорологических явлений возросли. Соглас-

но прогноза изменения климата в РТ, средняя температура в стране возможно повысится 1,8 °С - 2,9 °С к 2050 году [2].

Реки и ледники, которыми богат Таджикистан, особенно чувствительны к изменению температуры. За последние 40 лет ледники Таджикистана потеряли около трети своего объема, и эта тенденция неуклонно продолжается.

Кроме того, уровень воды в бассейне реки Амударья снизился на 30% за последние 10 лет из-за низкого уровня воды [3].

Если эта тенденция сохранится, то к концу столетия Таджикистан потеряет значительный объем всех своих ледников. В краткосрочной перспективе можно ожидать большего количества воды в реках из-за быстрого таяния ледников, однако в долгосрочной перспективе мы можем столкнуться со значительным уменьшением стока. Если это произойдет, то это приведет к следующему:

Река Гунт, как один из крупных притоков реки Пяндж, играет важную стратегическую роль в Горно -Бадахшанской автономной области (ГБАО) Таджикистана. В настоящее время в русле реки расположены две крупные гидроэлектростанции (Памир-1 и Хорог) и водохранилища, которые обеспечивают электроэнергией весь регион, а также экспортируют ее в северные районы Афганистана. Кроме того, воды реки Гунт также используются для выпаса скота, орошения и водоснабжения близлежащих городов и поселков. По данным Таджгидромета, уже сейчас наблюдается снижение стока реки Гунт. Кроме того, в зимнее время в бассейне реки наблюдается повышение температуры воздуха, что приведет к быстрой деградации ледников и смещению пиков паводков.

Уменьшение стока в реке Гунт и повышение температуры воздуха зимой приведет к неблагоприятным последствиям. Электроснабжение ГБАО и северных

провинций Афганистана полностью зависит от водохранилищ и гидроэлектростанций, расположенных на реке Гунт. Летом население не потребляет особенно большого количества электроэнергии, но зимой из-за использования энергоемких нагревателей потребление увеличивается. Следовательно, в летний период вода накапливается в водохранилищах, а зимой сбрасывается для выработки электроэнергии. Однако изменение климата может ухудшить эту систему, так как из-за уменьшения стока в реке Гунт летом будет сложнее накапливать воду, а при недостаточном ее наполнении будет вырабатываться меньше электроэнергии из-за меньшего сброса воды. В этом случае правительство будет вынуждено ввести лимит на электроэнергию в некоторых районах, что негативно скажется на жизнеобеспечении населения. Чтобы избежать подобных сценариев, электростанция получает дополнительно недостающее количество воды в зимний период из озера Яшилькуль, расположенного в 120 км от ГЭС «Памир-1», где вода накапливается до определенного уровня летом, с последующей компенсацией недостающего количества воды из реки Гунт зимой. Несмотря на это, из-за суровой зимы и малого количества осадков 2020 год ознаменовался таким малым количеством воды на реке Гунт, что даже попуски воды из Яшилькуля не изменили ситуацию, поэтому правительству ГБАО пришлось ввести лимит на электроэнергию во всех районах, кроме города Хорога [4].

Регион исследования

Район исследования – бассейн реки Гунт, расположенный в ГБАО на юго-востоке Таджикистана (37–38° с.ш.(71–74° в.д.). Бассейн занимает площадь 14 000 км² и простирается с востока на запад с диапазоном высот 2000–6700 метров над уровнем моря (м.н.у.м.) с самыми высокими отметками – пиком Карла Маркса

(6726 м.н.у.м.) и пиком Энгельса (6510 м.н.у.м.) на его южной границе [5].

Река Гунт в верховьях называется Аличур, которая берет начало на северном склоне хребта Аличур. Пройдя около 75 км по широкой долине, река впадает в озеро Яшилькуль, которое лежит на высоте 3734 м. Площадь озера составляет 35,6 км², длина 25 км, максимальная ширина 3,6 км, максимальная глубина 52 м, предполагаемый объем 0,23 км³ (Н – 3713,5 м над уровнем моря), который зависит от уровня озера. Река, вытекающая из озера, называется Гунт. Река Шахдара, крупный левый приток близ Хорога, впадает в реку Гунт (33% общего стока поступает из Шахдары), которая затем через 8 километров впадает в Пяндж.

Длина реки - 296 км. В водосборе реки Гунт имеется 49 озер общей площадью 83,3 км². Нормальный гидрологический год составляет 103 м³/с, максимальный - 136 м³/с, минимальный - 72 м³/с. Средний расход взвешенных наносов - 17 кг/с.

Результаты анализа

Половодье наблюдается с конца апреля по сентябрь. Максимальный сток приходится на июль (см. рисунок 1). Это обусловлено типом питания реки (ледниково-снеговое), так как процесс активного таяния снега и ледников начинается в апреле и достигает пика в июле. На реке Гунт половодье приходится на летний период, так как бассейн реки засушливый, а усиленное ледниковое питание летом компенсирует малое количество осадков.

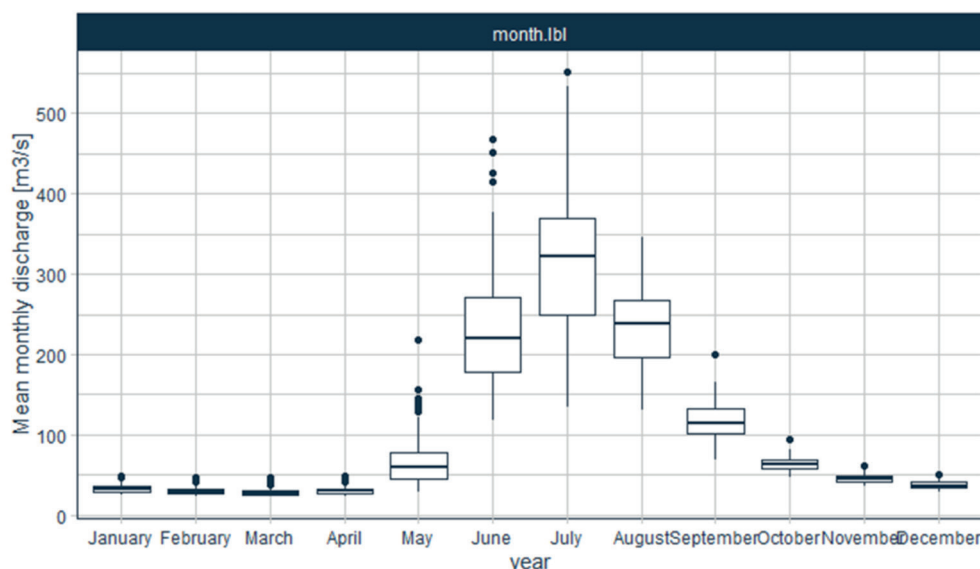


Рис. 1. Сезонный гидрограф реки Гунт. Источник: Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан

Аналогичные гидрографы можно наблюдать и на других ледниково-снеговых реках Таджикистана, таких как Бартанг, Ванч, Язгулям.

Как уже упоминалось ранее, Гунт и его притоки берут начало в горах Памира и имеют ледниково-снеговой тип питания (см. рисунок 2). В связи с этим для рек характерна поздняя концентрация стока:

сток за июль — сентябрь (средний за 3 месяца — 231 м³/с) значительно превышает сток за март — июнь (средний за 4 месяца — 90 м³/с), максимальных значений расходы воды достигают в июле, а годовые минимумы наблюдаются в феврале-марте. Это определяет характер питания этих рек, в котором преобладает сток за счет таяния высокогорных снегов и ледников.

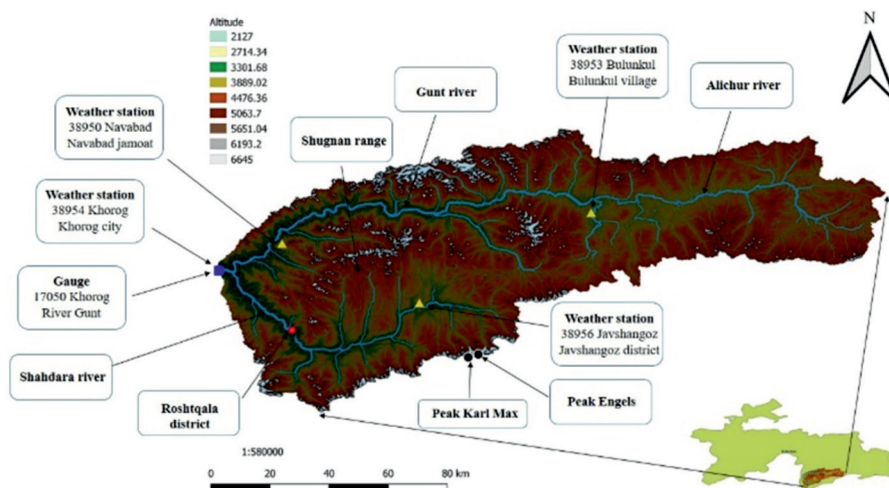


Рис. 2. Карта бассейна реки Гунт

Как уже было сказано, климат Гунта весьма разнообразен, так как его речной бассейн расположен в обеих частях Памира, на Западе и Востоке. Из-за разнообразия климата бассейн делится на две климатообразующие части. Восточная часть водосбора реки Гунт характеризуется суровым климатом с холодным летом и очень низкой влажностью воздуха, со среднегодовой температурой воздуха $-5,2^{\circ}\text{C}$ (по данным метеостанции Булункуль, местоположение см. на рисунке 2).

Климат западной части бассейна реки Гунт более мягкий и влажный, чем восточной (см. рисунок 3). Климат характе-

ризуется умеренно теплым летом и умеренно холодной зимой. Самый холодный месяц - январь, со средней температурой $-7,0^{\circ}\text{C}$, а самый теплый месяц - июль-август, со средней температурой $22,6^{\circ}\text{C}$ и $22,7^{\circ}\text{C}$. Средняя минимальная температура воздуха в январе составляет $-11,7^{\circ}\text{C}$, но при поступлении больших холодных масс воздуха она может опускаться до -20 - -27°C . При средней максимальной температуре в июле и августе $30,1^{\circ}\text{C}$ воздух в самые жаркие дни днем прогревается до 35°C (по данным метеостанции Хорог, см. рисунок 3).

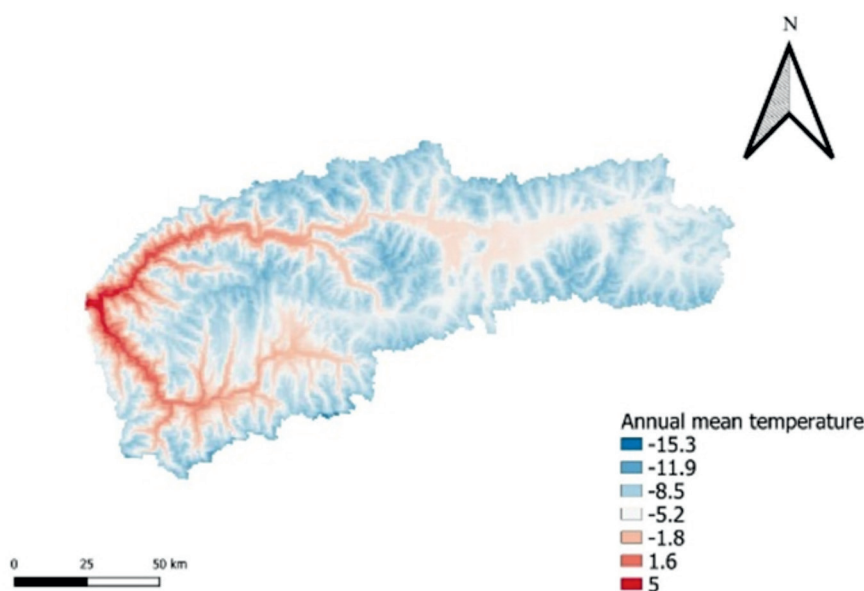


Рис. 3. Среднегодовая температура воды в бассейне реки Гунт.

Синоптические процессы, такие как западные ветры (юго-западные циклоны) и индийский муссон, который изредка проникает летом, обуславливают большую часть осадков на водосборе. Кроме того, проникновение в бассейн реки Гунт воздушных масс Среднего, Северного и

Каспийского морей подтверждается результатами изотопных анализов вод северных и южных притоков реки Гунт [6]. Таким образом, большая часть осадков выпадает в западной части водосбора (см. рисунок 4).

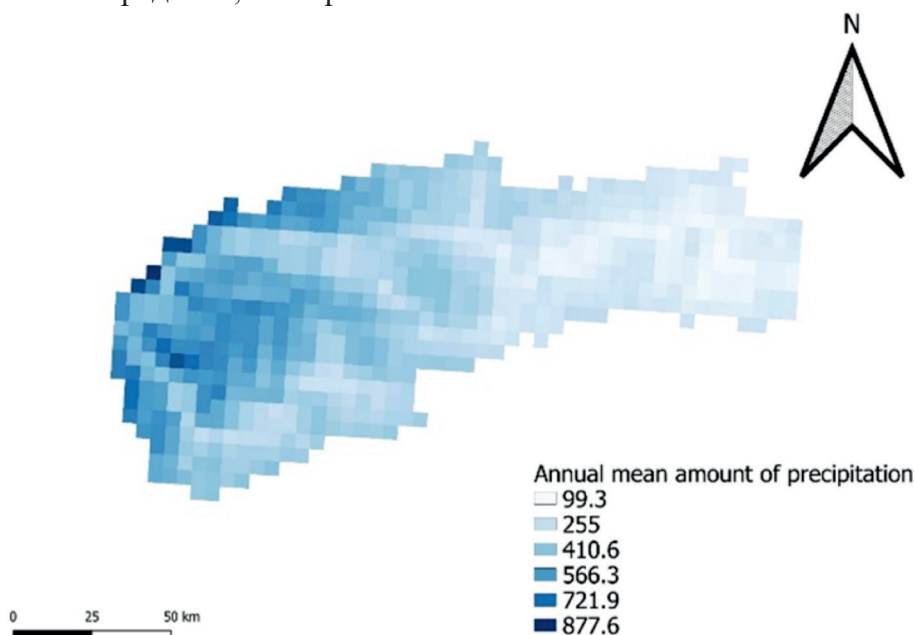


Рис. 4. Среднегодовое количество осадков в бассейне реки Гунт.

Снежный покров устанавливается в декабре и сохраняется до конца марта. Средняя декадная высота снежного покрова колеблется от 3-6 см в декабре до 20-32 см в феврале-начале марта. Максимальная высота снежного покрова составляет 80 см.

Водосбор реки Гунт относится к высокогорной селевой зоне. Как уже упоминалось ранее, бассейн реки относится к высокогорной зоне, в которой имеется большое количество высокогорных моренных и ледниковых озер, что может привести к прорывам озер при резком повышении температуры. Большое количество населенных пунктов, расположенных вдоль рек Шахдара и Гунт, усугубляет ситуацию, так как они находятся в опасной зоне прорыва озер. События удаленных геологических угроз, связанные с прорывом ледниковых озер в высокогорье бас-

сейна реки Гунт, неоднократно вызывали катастрофы на протяжении предыдущих десятилетий. Примерами являются прорыв озера Хидорджевдара в 1991 году, сход селей на село Дашт в 2002 году в долине реки Шахдара и ледниковый сель в долине Барсемдара долины реки Гунт в 2015 году [7].

Осадки

Изменения в осадках являются одним из важнейших потенциальных результатов потепления мира, поскольку осадки являются неотъемлемой частью самой природы общества и экосистем [8]. Осадки являются основным двигателем гидрологического цикла и основным источником данных для гидрометеорологических моделей и климатических исследований [9]. Количество осадков в основном определяется орографическими условиями и циклонической активностью.

На территории Таджикистана осадки распределены неравномерно. Для большинства равнинных и предгорных территорий, а также районов Западного Таджикистана характерен ход годового количества осадков с минимумом в летние месяцы. Максимальное количество осадков выпадает в марте-апреле в долинах и предгорьях и в апреле-мае в высокогорных районах. Это обусловлено тем, что весной над территорией среднеазиатских равнин располагается планетарная высотная фронтальная зона, а в дальнейшем она смещается на северо-восток. Летом

Таджикистан располагается на северной окраине Переднеазиатской депрессии, на значительном удалении от планетарной высотной фронтальной зоны. Подавляющее большинство фронтов, проходящих над равниной, не дают осадков. В горных районах пересеченный рельеф активизирует фронты, а летом проявляется циклоническая деятельность [10]. Таджидрометом был проведен анализ годового отклонения накопления осадков от нормы (%) в зоне выше 2500 м в Таджикистане (см. рисунок 5).

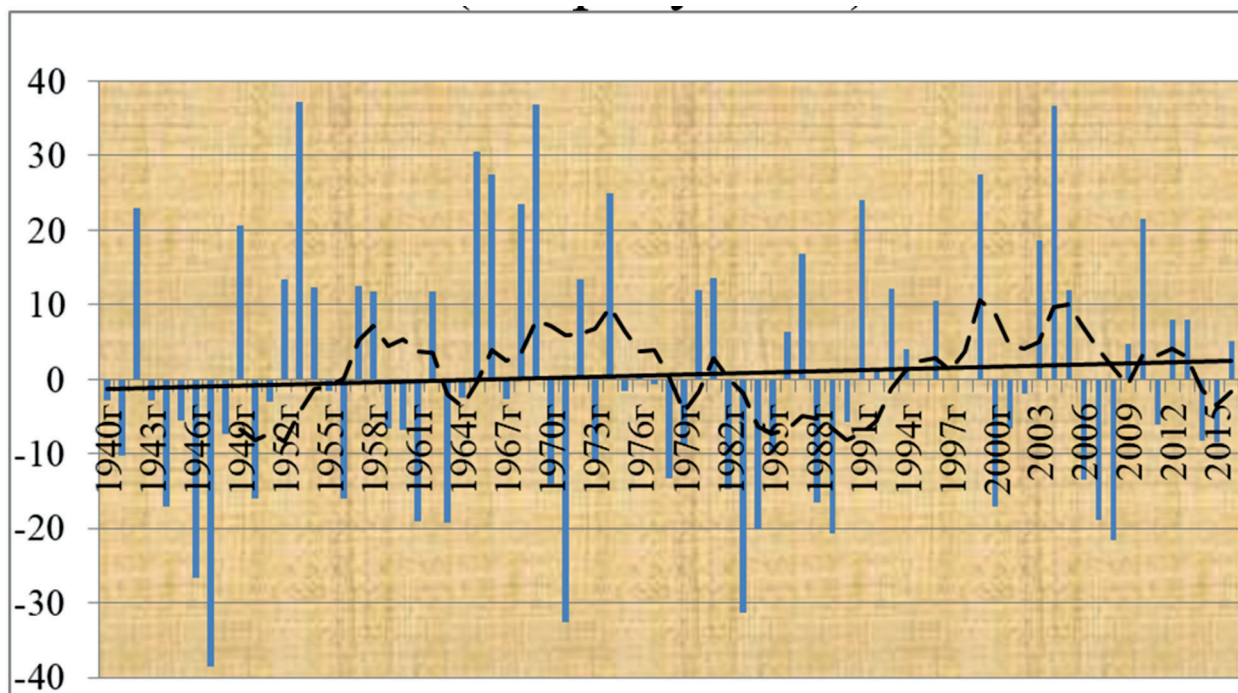


Рис. 5. Годовое отклонение количества осадков от нормы в зоне выше 2500 м над уровнем моря.

На рисунке 5 видно, что годовой ход осадков существенно изменился с течением времени, поэтому можно выделить ряд очень сухих и очень влажных периодов. В очень влажные годы количество осадков превышало норму на 10%, а в засушливые годы – на 8-9%.

У тебя отличаются плюс/минус 4%. С 1997 года наблюдается увеличение количества годовых осадков в высокогорной

части страны, после чего до 2009 года наблюдалось снижение годовых осадков, однако в настоящее время наблюдается количество осадков, близкое к норме.

Наблюдаемый ход осадков в бассейне реки Гунт имеет неопределенный характер. Например, в Хороге наблюдались годы, характеризующиеся высокой влажностью, а также наблюдались очень засушливые годы (см. рисунок 6).

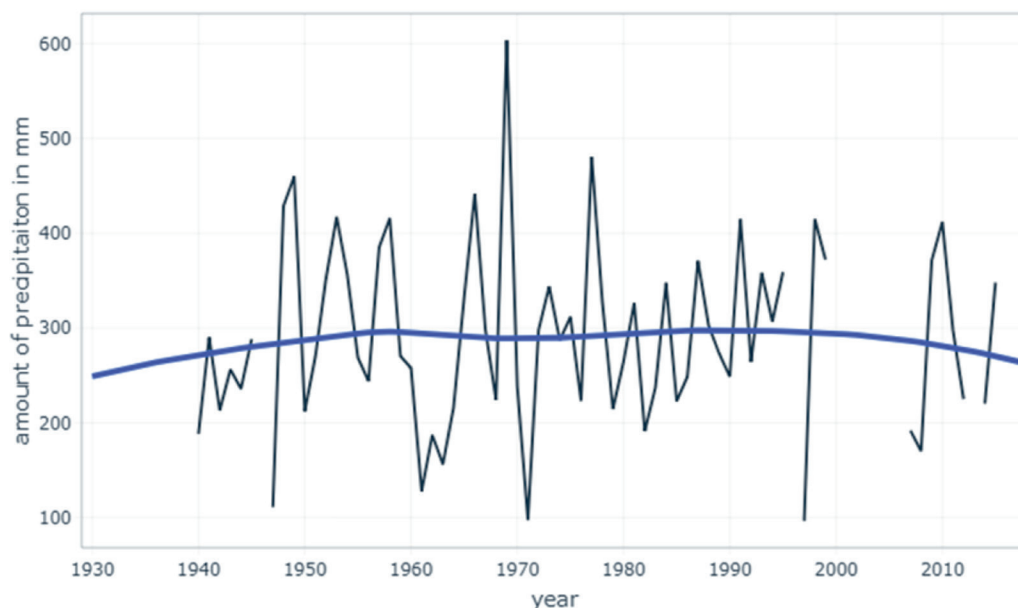


Рис. 6. Годовое количество осадков на метеостанции Хорог.

На рисунке 6 показано, что за период 1930-2018 гг. значение плавной линии в Хороге увеличилось на 13 мм. Важно отметить, что быстрый рост наблюдался с 1930 по 1956 гг., в течение которых значение плавной линии увеличилось на 46 мм. С 1956 по 1999 гг. количество осадков практически не менялось и оставалось стабильным, однако с 2000 по 2018 гг. на графике визуально заметно, что наблюдается тенденция уменьшения осадков за последние 2 десятилетия. Чтобы понять, насколько уменьшилось количество осадков за последние два десятилетия, необхо-

димы данные о среднегодовом количестве осадков за 10 лет.

Рисунок 7 показывает, что наблюдается значительное снижение количества осадков с 1990 года. Однако среднее количество осадков последнего десятилетия было выше на 0,5 мм (или 2%) по сравнению со средним значением за 1940-1989 годы.

Несмотря на то, что в целом наблюдалась тенденция к снижению количества осадков, в последние два десятилетия намечилась тенденция их увеличения (на 2%).

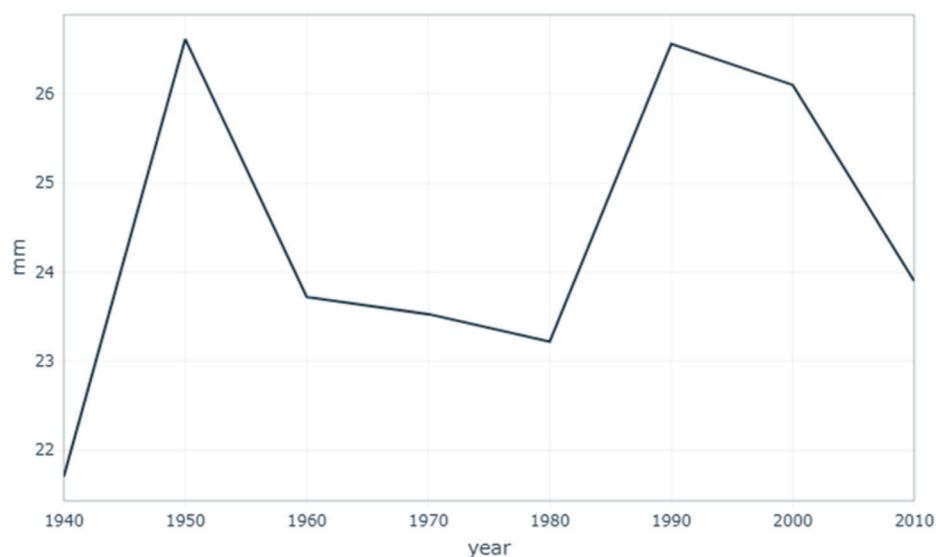


Рис. 7. Среднегодовое количество осадков за 10 лет на метеостанции.

Наибольшее количество осадков в Хороге выпадает в марте и апреле (от 70 до

75 мм), наименьшее — в августе и сентябре (см. рисунок 8).

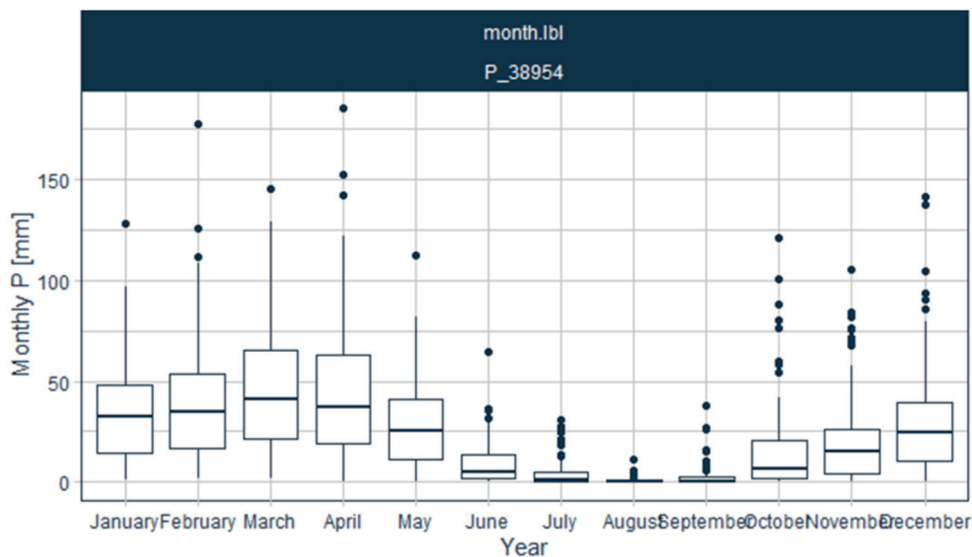


Рис. 8. Сезонное распределение осадков на метеостанции Хорог.

Из-за отсутствия многолетних данных на метеостанции Новабад невозможно рассчитать среднее годовое количество

осадков. Однако мы все же можем посмотреть на годовой ход осадков (см. рисунок 9).

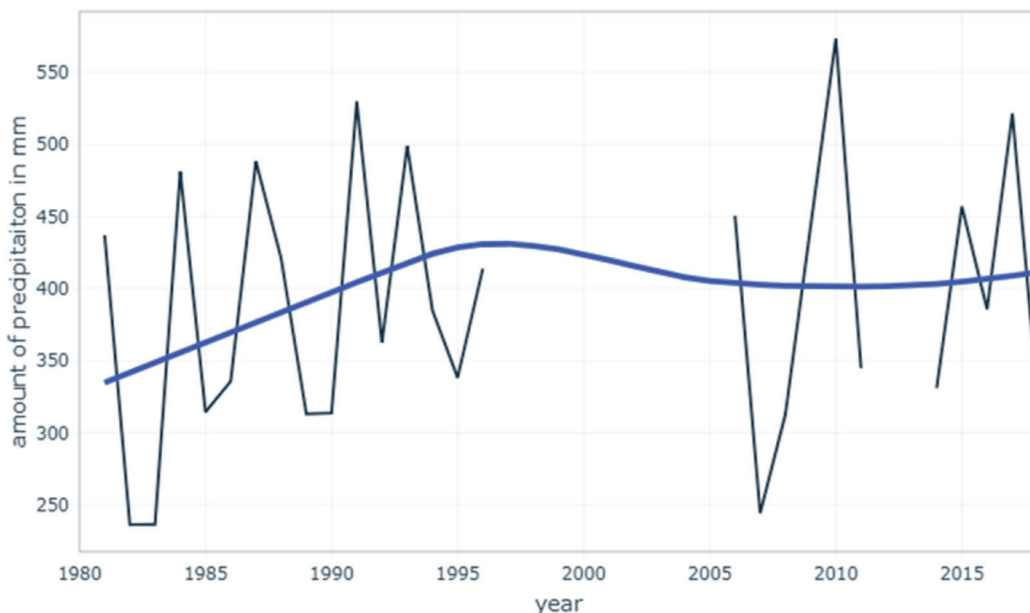


Рис. 9. Годовое количество осадков на метеостанции Новабад.

За период 1981-2018 гг. значение гладкой линии на метеостанции Новабад увеличилось на 77 мм. С 1981 по 1997 гг. наблюдалась тенденция увеличения осадков. Однако с 1998 по 2007 гг. количество осадков уменьшалось. С 2008 по 2015 гг. количество осадков оставалось стабиль-

ным, и лишь в последние годы наблюдается незначительный рост.

Давайте теперь рассмотрим годовой ход осадков в горной части водосбора Гунта. Рисунок 10 показывает, что в Джавшангозе наблюдались значительные увеличения и спады в накоплении годо-

вых осадков. Значительное уменьшение наблюдалось с 1991 по 2009 год (1,9 мм), однако последнее десятилетие было отмечено увеличением количества осадков.

Среднее декадное количество осадков последнего десятилетия было ниже на 1,1 мм (или 8,6%) по сравнению со значениями 1930-1989 годов (см. рисунок 10).

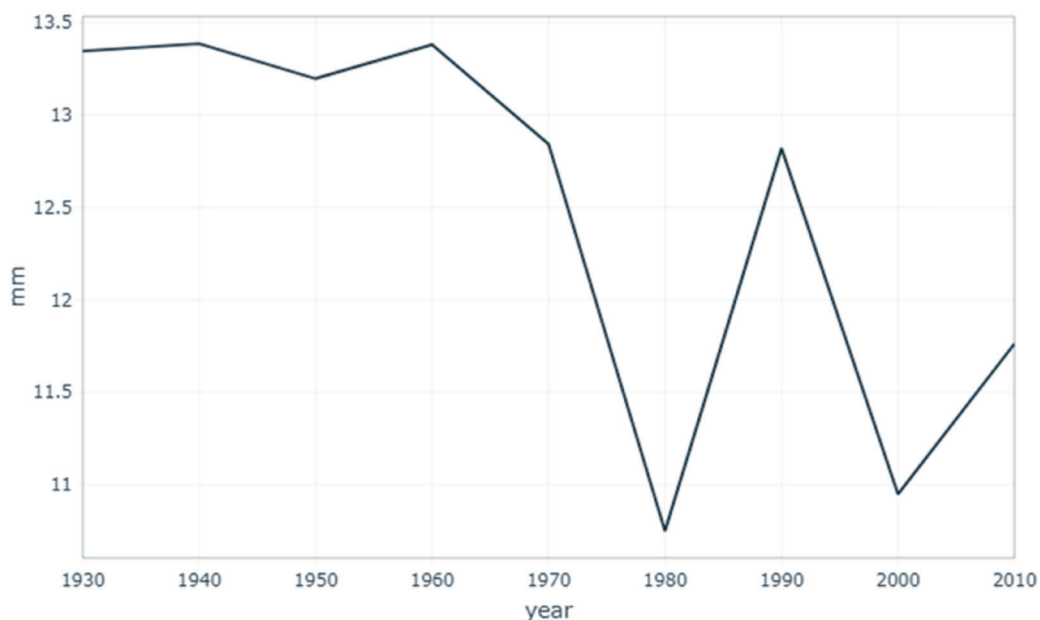


Рис. 10. Среднее за 10 лет количество осадков на метеостанции Джавшангоз.

Булункуль, в плане осадков, имеет очень важное значение, так как находится в высокогорной зоне, на просторах которой располагаются ледники, являющиеся источником водосбора Гунта. На рисунке видно, что с 1990 по 1999 гг. наблюдалось

снижение, однако с 2010 г. наблюдается увеличение осадков. Последнее десятилетие наметилась тенденция их снижения на 0,5 мм (или 6%) по сравнению со значением 1950-1989 гг. (см. рисунок 11).

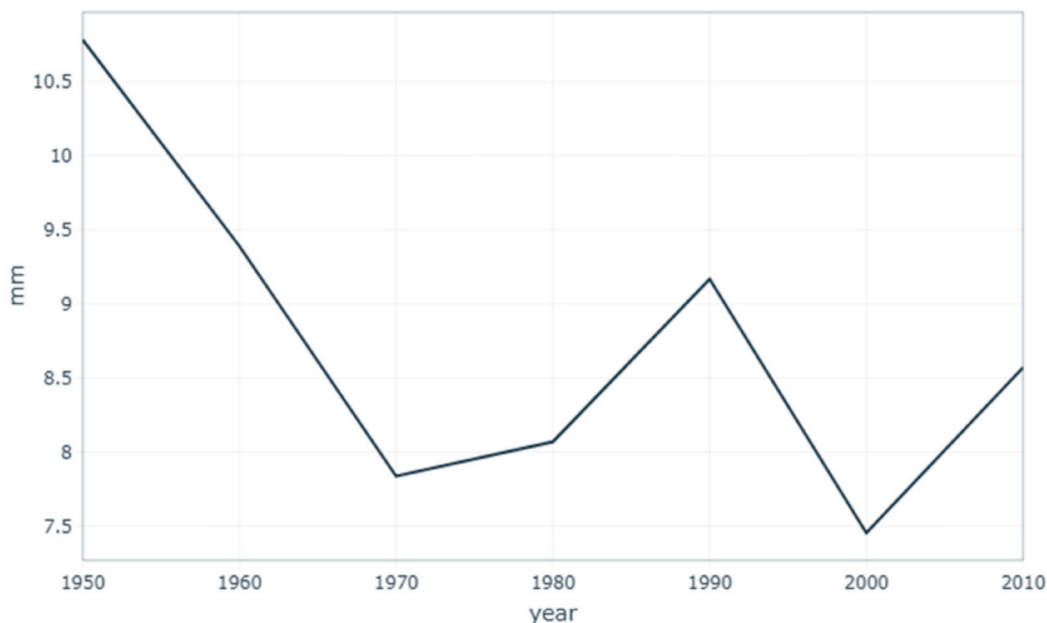


Рис. 11. Среднегодовое количество осадков за 10 лет на метеостанции Булункуль. Источник: Таджикская гидрометеорологическая служба.

В заключение следует отметить, что осадки, в отличие от температуры, являются неопределенными и их ход меняется на всех метеорологических станциях. На некоторых станциях, таких как Новабад и Булункуль, наблюдается тенденция увеличения осадков. Кроме того, в Новабаде осадков ниже нормы не наблюдалось с 1990 года. Однако в Хороге наблюдается тенденция уменьшения осадков. Что касается годового хода, то в последние десятилетия в Джашангозе и Булункуле их было меньше нормы на 9% и 6%, а в Хороге больше нормы на 2%. Интересно отметить, что уменьшение осадков наблюдается на высотах выше 3000м, а увеличение – на территориях 2000-2500м над уровнем моря..

Расход воды

Потенциальные изменения климата, изменение температуры и характера осадков могут повлиять на гидрологический баланс горных речных экосистем, что приведет к ограничению доступных водных ресурсов для всех водопользователей [11]. Повышение температуры и изменение количества осадков могут повлиять на изменение сезонных экстремальных значений, увеличение эвапотранспирации, изменение объема ледников, темпы таяния снега и ледников. Ряд авторов

предположили, что сокращение ледников в ответ на повышение температуры может привести к заметному сокращению доступности воды в некоторых реках в среднесрочной и долгосрочной перспективе после первоначального увеличения объема талой воды [12].

Будущие последствия изменения климата будут более очевидны в горных реках Таджикистана, поскольку сток в основном формируется за счет таяния снегов и ледников. В частности, реки Западного Памира, которые сильно зависят от ледникового стока и очень чувствительны к колебаниям климата. Ледники являются незаменимым источником воды для горных сообществ, а также для населения ниже по течению, поскольку они вносят значительный вклад в поздний летний сток, когда засушливость достигает пиковых уровней [13]. Гунт, являясь рекой с ледниково-снеговым питанием, сильно зависит от метеорологических условий. В связи с изменением климата и повышением температуры воздуха, меняется и гидрологический режим горных рек, таких как Гунт.

По данным Таджгидромета, за последние два десятилетия наблюдается резкое снижение среднегодового расхода воды (см. рисунок 12).

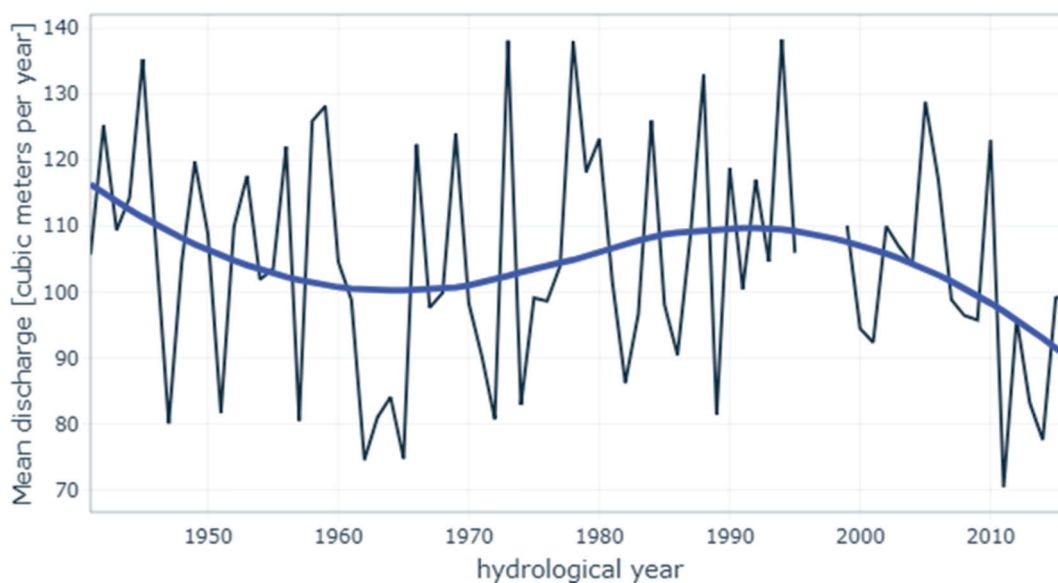


Рис. 12. Годовой расход воды на гидропосте Гунт-Хорог

Рисунок 12 показывает, что за весь период наблюдений среднегодовой расход воды имел положительные и отрицательные тренды. С 1940 по 1970 гг. наблюдалась тенденция снижения среднегодового стока, однако с 1974 по 1994 гг. наблюдался рост среднегодового стока. С 2005 г. началось стремительное снижение стока, которое продолжается и по сей день. Последние два десятилетия являются рекордными, никогда ранее за всю историю наблюдений сток реки не был на таком низком уровне. Самым маловодным является 2011 г., годовой расход воды которого составил 70 м^3 (на 34 м^3 ниже нормы). Самым многоводным является 1994 г., годовой расход воды которого равен 138 м^3 (на 34 м^3 выше нормы). Для более детальной картины течения расхода воды важно рассмотреть расход воды в периоды маловодья и половодья. Как известно, гидрологический год в Центральной Азии начинается 1 октября и маловодный период длится с 1 октября по 31 марта,

а многоводный период с 1 апреля по 30 сентября. На графике ниже представлены средние расходы воды в периоды маловодья и половодья, а также то, как изменился сток за наблюдаемый период.

В меженный период на реке Гунт с начала наблюдений (1940 г.) наблюдалось уменьшение стока до 10% от нормы, однако с 1977 г. наблюдается устойчивый рост увеличения стока в меженный период. Самым многоводным годом был 2007 г. - 51 м^3 (на 29% выше нормы). Самым маловодным годом был 2002 г. - 32 м^3 (на 19% ниже нормы). Что касается многоводного периода, то с 1940 года наблюдалось снижение стока до 1954 года, после чего сток находился в пределах нормы до 1971 года, однако в 1991 году наблюдалось увеличение стока до 7 % выше нормы, однако с 1992 года наблюдается резкое снижение стока до 2020 года. В настоящее время средние расходы воды ниже нормы на 24 % (см. рисунок 13).

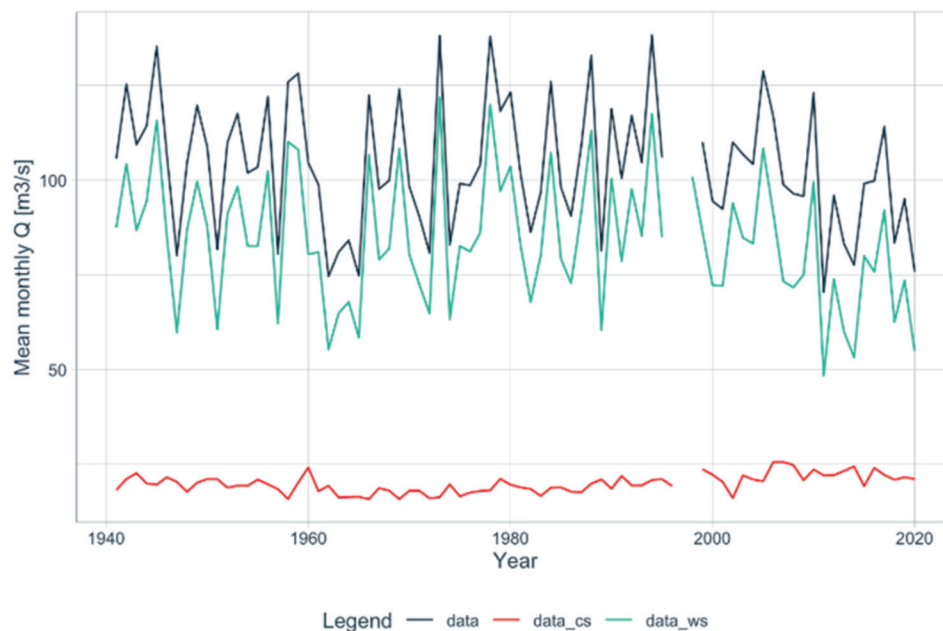


Рис. 13. Временной ряд гидрологического годового расхода, включая значения холодного (cs) и теплого сезона (ws).

Чтобы узнать, насколько уменьшился/увеличился уровень воды за последнее десятилетие, а также в холодный и теплый сезоны, рассмотрен 10-летний средний ги-

дрологический годовой расход. Средний расход воды за последнее десятилетие оказался ниже на 9% ($10 \text{ м}^3/\text{с}$) по сравнению со средними значениями за 1940-1989

гг. Средний расход воды за межень за десятилетие 2011-2020 гг. составил 22 м³, что на 16% (3 м³) выше средних значений 1940-1989 гг.

Средний расход воды за 2011-2020 гг. составляет 71 м³, что на 17% (15 м³) ниже средних значений за 1940-1989 гг. (см. рисунок 14).

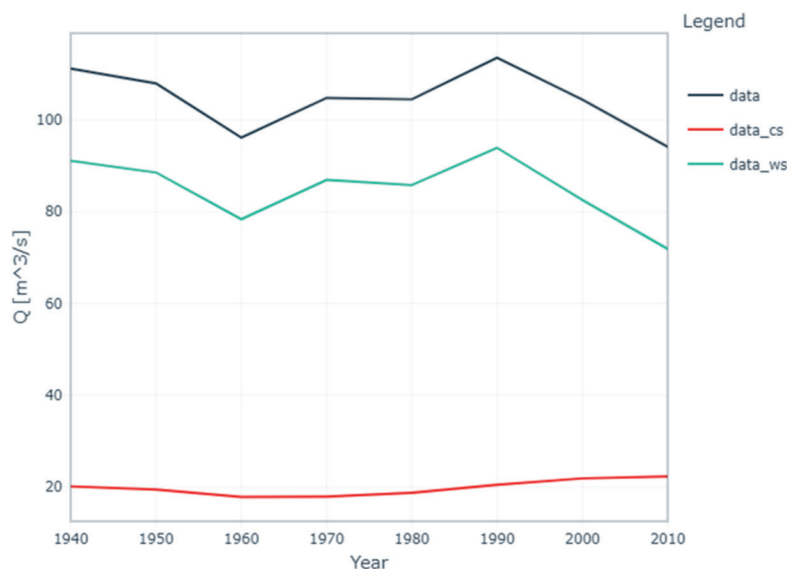


Рис. 14. Средний десятилетний гидрологический годовой расход воды реки Гунт, включая холодный (хс) и теплый (тв) сезоны.

Из анализа выше следует, что последнее десятилетие было отмечено малым количеством воды в реке Гунт. Поэтому важно рассмотреть годовое отклонение от нормы в реке Гунт и посмотреть, были ли последние десятилетия выше или ниже нормы.

На рисунке 15 показано отклонение среднегодового расхода воды в годовом, холодном и теплом масштабах. С 2010 по 2019 год 8 из 9 лет были ниже нормы (наи-

более существенно в 2001 году до -30 м³/с). Что касается холодного сезона, с 2000 по 2019 год 17 лет из 19 были выше нормы (наиболее существенно в 2006, 2007 и 2008 годах до 6 м³/с). Самым сухим холодным сезоном за два последних десятилетия был 2002 год, когда он был ниже нормы на 4 м³/с. Что касается теплого сезона, с 2010 по 2019 год 7 лет из 9 были ниже нормы (наиболее существенно в 2011 и 2014 годах до -30 м³/с).

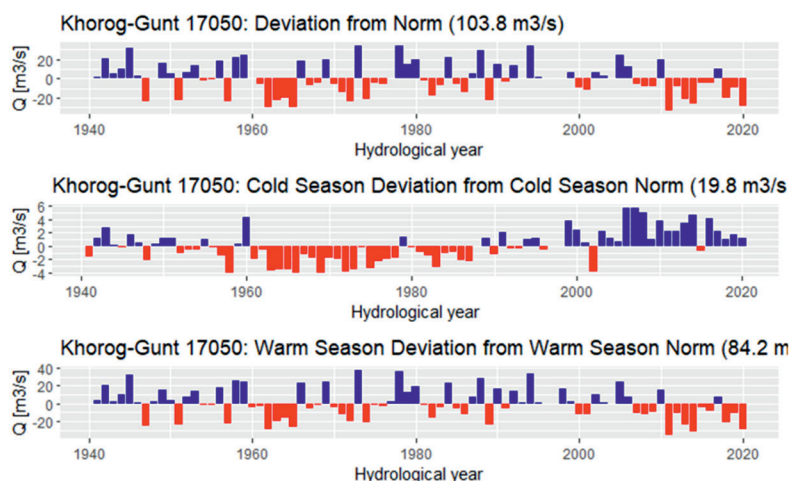


Рис. 15. Отклонение уровня воды в реке Гунт от нормы в годовом, холодном (cold) и теплом (warm) масштабах.

Внутригодовое распределение стока реки Гунт свойственно горным рекам с ледниково-снеговым питанием. Снеготаяние начинается в мае, вместе с этим увеличиваются расходы воды, пик которых приходится на июль. Половодье заканчивается в сентябре. Что касается экстремальных значений расходов воды, то они

чаще всего наблюдаются в апреле, мае и июне. Это связано с теплыми годами, из-за которых снег начинает таять раньше времени, что вызывает резкое увеличение расходов воды. По кварталам наиболее многоводным является третий квартал (июнь, июль, август) (см. рисунок 16).

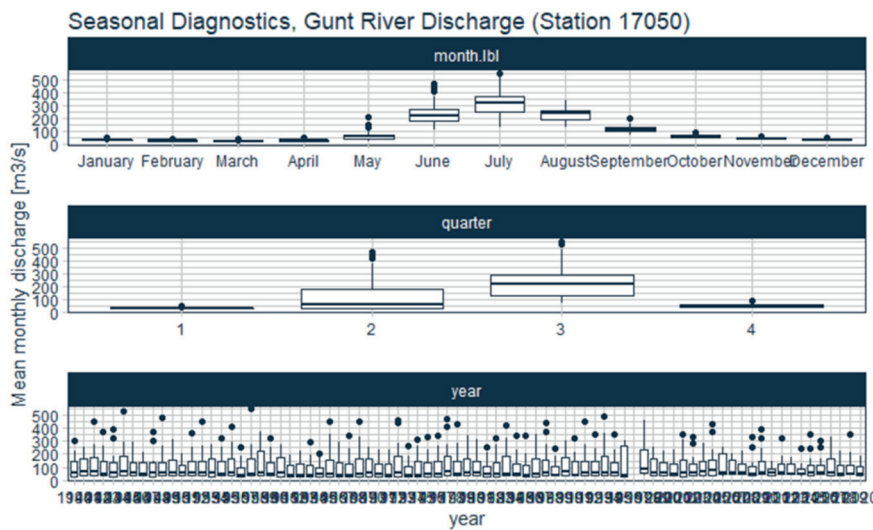


Рис. 16. Сезонная диагностика расхода воды в реке Гунт

Наконец, необходимо рассмотреть внутримесячное распределение расходов воды в реке Гунт. На графике ниже видно, что наблюдается положительная тенденция увеличения расходов воды в зимний и весенний периоды (ноябрь-май). Однако наблюдается отрицательная тенденция уменьшения расходов воды в летний пери-

од, и особенно в июле, августе и сентябре, то есть в период половодья. Можно сделать вывод, что наблюдается увеличение расходов воды в зимне-весенний период и уменьшение в летний период, причем значительное в июле, августе и сентябре (см. рисунок 17).

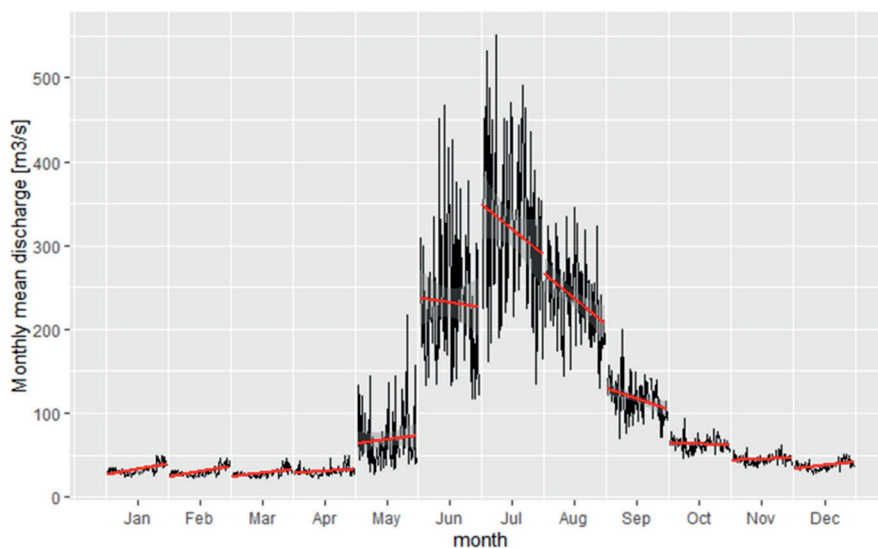


Рис. 17. Среднемесячный расход воды на гидропосте Гунт-Хорог.

Из выше изложенного следует вывод, что в последнее десятилетие наблюдается быстрое снижение расхода воды в реке Гунт - 7 лет были ниже нормы. В годовом распределении стока значительно снизился в многоводный период, однако в маловодный период наблюдается его увеличение. Если рассматривать внутри-месячное распределение расхода воды, то июнь, июль, август и сентябрь являются месяцами, в которых наблюдается значительное снижение, тогда как в остальные месяцы расход со временем увеличивался. Причиной такой тенденции может быть повышение температуры зимой, а также тенденция уменьшения количества осадков на некоторых участках реки Гунт в последние десятилетия.

Эта тенденция оказывает негативное влияние на реку Гунт, воды которой используются для выработки электроэнергии. Летом, когда в реке пик водности, водохранилище наполняется для ее сброса зимой, однако, с тенденцией к снижению воды летом, это может привести к недостаточному наполнению уровня водохранилища, что приведет к дефициту воды зимой, когда воду уже необходимо спускать. В результате сохранения тенденции снижения сброса воды в летний период на реке Гунт, результат может повлиять на социально-экономическую сферу региона, так как именно на этой реке установлены крупные гидроэлектростанции, которые обеспечивают электроэнергией всю ГБАО.

Выводы

В заключение, из анализа исторических наземных данных выяснилось, что в бассейне реки Гунт наблюдается изменение климата. Наблюдается существенное повышение температуры в холодный период года и незначительное понижение в теплый период. Особенно теплым было последнее десятилетие, когда на всех станциях не менее 7 лет температурный фон оказался выше нормы. Ход осадков в во-

досборе Гунта меняется в зависимости от высоты местности и орографии. Хорог и Навабад, расположенные в долинах, регистрируют небольшое увеличение осадков. Последнее десятилетие в Хороге было на 2% выше средней годовой нормы. Однако уменьшение осадков наблюдается выше 3000м, территориях наибольшего накопления твердых осадков.

Что касается расходов воды, то за последние десятилетия наблюдается снижение среднегодового стока реки Гунт. Средний расход воды за 2011-2020 гг. был ниже нормы на 9%. Если рассматривать внутригодовой ход расходов, то средний расход многоводного периода последнего десятилетия оказался ниже нормы на 17%. Однако маловодный период был выше нормы на 9%, то есть мы наблюдаем существенное снижение в весенне-летний и увеличение в осенне-зимний периоды.

Список литературы

1. Райт В. 2008 Наблюдение за климатом — вызовы XXI века. Бюллетень ВМО, 57(1), 29-34
2. Программа адаптации к изменению климата и смягчения его последствий для бассейна Аральского моря (2018). Интервью эксперта на тему «Таджикистан: каковы последствия изменения климата», 25 сентября. Доступно по адресу: <http://ca-climate.org/eng/news/ledniki-tadzhikistana-intervyu-s-ekspertom/>.
3. Радио Озоди (2015). «Рахмон: ледники Таджикистана растаяли на треть». Радио Озоди, 9 августа. Доступно по адресу: <https://rus.ozodi.org/a/27910123.html> (на русском языке).
4. Абдулло Ашуров (2020). «Малая вода на реке Гунт. Жители ГБАО жалуются на введение лимита на электроэнергию». Радио Озоди, 25 декабря. Доступно по адресу: <https://rus.ozodi.org/a/31017827.html> (на русском языке).

5. Ниязов Ж.Б., Калашникова О.Ю., Мирзохонова С.О., Наврузшоев Х.Д. Влияние метеорологических характеристик на сток и прогноз половодья реки Гунт (приток реки Пяндж, бассейн Амударьи, Таджикистан). // Дистанционные и наземные исследования в Центральной Азии: Материалы Международной научной конференции, посвященной 15-летию образования ЦАИИ, Бишкек, Кыргызстан, 2019. С. 178-186.
6. Мейер, К., Кнохе, М., Мерц, Р. и Вайзе, С.М.: Стабильные изотопы в речных водах таджикского Памира: региональные и временные характеристики, *Isot. Environ. Health S.*, 49, 542–554, 2013
7. Пирмамадов У.Р., Бобов Р.А., Раимбеков Ю.Х., Мародасеинов Ф.О., Зикиллобеков И.И., Черноморец С.С., Савернюк Е.А., Кидяева В.М., Крыленко И.В., Крыленко И.Н., Висхаджиева К.С. Риск и последствия прорывов высокогорных озер в Таджикистане. В: Черноморец С.С., Висхаджиева К.С. (ред.) Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 6-й Международной конференции (Душанбе–Хорог, Таджикистан). Том 1. Душанбе: ООО «Промоушн», 2020, с. 1–24.
8. Каргер, Д.Н. и др. Климатология с высоким разрешением для поверхности суши Земли области. Научные данные 4:170122 doi: 10.1038/sdata.2017.122 (2017).
9. AghaKouchak, A., Behrangi, A., Sorooshian, S., Hsu, K., & Amitai, E. (2011). Оценка спутниковых данных об экстремальных уровнях осадков в центральной части США. *Журнал геофизических исследований*, 116, D02115.
10. Асанова В.В. Оценка климата и тенденции его изменения за 1940-2016 гг. в Республике Таджикистан. // Отчет в рамках проекта «Подготовка Первого полугодового отчета по инвентаризации парниковых газов (PEIPG) и Четвертого национального сообщения по Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН)», Душанбе, Таджикистан, 2018.
11. Пападаки, К.; Соулис, К.; Муньос Мас, Р.; Мартинес-Капель, Ф.; Зогарис, С.; Нтоанидис, Л.; Димитриу, Э. (2016). Потенциальное воздействие изменения климата на режим течения и среду обитания рыб в горных реках юго-западных Балкан. *Наука об окружающей среде в целом*. 540:418-428. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.134.
12. Сантош Непал и Арун Бхакта Шреста (2015) Влияние изменения климата на гидрологический режим бассейнов рек Инд, Ганг и Брахмапутра: обзор литературы, *Международный журнал развития водных ресурсов*, 31:2, 201-218, DOI: 10.1080/07900627.2015.1030494.
13. Ксенариос, С., Гафуров, А., Шмидт-Фогт, Д., Серинг, Дж., Манандхар, С., Шмидт-Фогт, Д., 2018. Изменение климата и адаптация горных сообществ в Центральной Азии: неопределенности, пробелы в знаниях и ограничения данных. *Reg. Environ. Chang.* 3. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1384-9>.

АРЗЁБИИ ПАРАМЕТРҲОИ МЕТЕОРОЛОГӢ ВА ГИДРОЛОГӢ ДАР ҲАВЗАИ ДАРӢИ ГУНТ АЗ РӢИ МУШОҲИДАҲОИ РӢИЗАМИНӢ

Шарофиддинов С.С., Одинаев О.Б., Гулаҳмадов А.А.

Аннотатсия. Дар мақола маълумоти метеорологӣ ва гидрологӣ дар ҳавзаи дарёи Гунт баррасӣ карда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон дод, ки дар давраи хунукии сол баланд шудани ҳарорат ва дар давраи гарм паст шудани ҳарорат мушоҳида мешавад. Дах соли охир махсусан гарм буд, ки дар ҳамаи стантсияҳо дар 7 сол аз норма зиёд будани ҳарорат мушоҳида шудааст. Инчунин боришот дар ҳавзаи Гунт вобаста аз баландии ҷойгиршавии стантсияҳо фарқ мекунад. Стантсияҳои Хоруг ва Новабад, ки дар водиҳо воқеъ гардидаанд, андаке зиёдашавии боришот ба қайд гирифта шудааст. Дар даҳсолаи охир дар стантсияи Хоруг аз норма миёнаи даҳсола аз 2 фоиз зиёд буд. Дар даҳсолаи охир дар минтақаи Булункул 8,6 фоиз ва дар минтақаи Чавшангоз 5,6 фоиз нисбат ба ҳисоби миёнаи даҳсола аз меъёр кам буд. Дар мавриди сарфи об бошиад, дар даҳсолаҳои охир маҷрои миёнаи солони дарёи Гунт дар давоми даҳсолаи охир (2011-2020) аз меъёр 9 фоиз камтар буд. Агар сарфи обро дар як даҳсола ба назар гирем, пас сарфаи миёнаи об дар даҳсолаи охир аз меъёр 17 фоиз кам мебошад. Аммо дар давраи камобӣ назар ба меъёр 9 фоиз зиёд буд, яъне об дар давраи баҳору тобистон хеле кам шуда, давраи тирамоҳу зимистон зиёд шуда истодааст.

Калидвожаҳо: ҳарорат, боришот, сарфаи об, вақти гармӣ, вақти хунукӣ, ҳавзаи дарёи Гунт.

ASSESSMENT OF HYDROCLIMATIC PARAMETERS IN THE GUNT RIVER BASIN BASED ON GROUND-BASED OBSERVATIONS

Sharofiddinov S.S., Odinaev O.B., Gulakhmadov A.A.

Abstract. The paper reviews meteorological and hydrological climatic data in the Gunt River Basin. There is a significant increase in temperature during the cold season and a slight decrease in the warm season. The last decade was especially warm, with at least 7 years above normal at all stations. Precipitation patterns in the Gunt catchment vary with altitude. Khorog and Navabad, located in the valleys, record a slight increase in precipitation. The last decade in Khorog was 2% above the average decadal norm. In the last decade, Bulunkul was 8.6% below normal, and in Javashangoz 5.6% below normal relative to the average decadal value. As for water consumption, in recent decades there has been a decrease in the average annual flow of the Gunt River. The average water consumption over the last decade (2011-2020) was 9% below normal. If we consider the intra-annual course of consumption, the average consumption of the high-water period of the last decade was 17% below normal. However, the low-water period was 9% above normal, that is, we observe a significant decrease in the spring-summer and an increase in the autumn-winter periods.

Keywords: temperature, precipitation, water consumption, warm season, cold season, Gunt River Basin.

Маълумот дар бораи муаллифон: Шарофиддинов Сафархон Саломович - Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, сардори шуъбаи пешгуии об-шиносии Маркази пешгуии обуҳавосанҷӣ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе: кӯчаи Б.Ғафуров-373, Телефон: (+992) 918-57-09-18. E-mail: safar-hush@mail.ru; Одинаев Орзу Боймаҳмадович – Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, мутахассиси Маркази омӯзиши тағирёбии иқлим ва қабати озон. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе: кӯчаи Б.Ғафуров-373, Телефон: (+992) 933- 74-11-10. Почтаи электронӣ: orzuodinaev@gmail.com; Гулаҳмадов Аминҷон Абдуҷабборович - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, муовини Директор оид ба илм ва таълим, доктори илмҳои техникӣ. Суроға: 734042, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯчаи Бофанда, 5/2. Телефон: (+992) 885-47-16-16. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Сведения об авторах: Шарофиддинов Сафархон Саломович - Агентство по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, начальник отдела гидропрогнозов Центра гидрометеорологического прогнозирования. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе: улица Б.Гафурова-373, Телефон: (+992) 918-57-09-18. Электронная почта: safar-hush@mail.ru; Одинаев Орзу Боймахмадович – Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, специалист Центра изучения изменения климата и озонового слоя. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе: улица Б. Гафурова-373, Телефон: (+992) 933-74-11-10. E-mail: orzuodinaev@gmail.com; Гулахмадов Аминджон Абдуҷабборович - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, заместитель директора по науке и образованию, доктор технических наук. Адрес: 734042, Республика Таджикистан, ш. Душанбе, улица Бофанда 5/2. Телефон: (+992) 885-47-16-16. Электронная почта: agulakhmadov@gmail.com

Information about the authors: Sharofiddinov Safarkhon Salomovich - Agency for Hydrometeorology of the Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan, Head of the Hydrometeorological Forecasting Department of the Center for Hydrometeorological Forecasting. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe: B.Gafurov street-373, Tel.: (+992) 918-57-09-18. E-mail: safar-hush@mail.ru; Odinaev Orzu Boymakhmadovich – Agency for Hydrometeorology of the Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan, specialist of the Center for the Study of Climate Change and the Ozone Layer. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe: B.Gafurov street-373, Tel.: (+992) 933-74-11-10. E-mail: orzuodinaev@gmail.com; Gulakhmadov Aminjon Abdujabborovich - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Vice Director for Science and Education, Doctor of Technical Sciences. Address: 734042, Republic of Tajikistan, sh. Dushanbe, Bofanda Street, 5/2. Tel.: (+992) 885-47-16-16. E-mail: agulakhmadov@gmail.com.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

*Махсумов И.Б., Исозода Д.Т., Давлатзода А.Н., Носиров И.С.
Институт энергетики Таджикистана, р. Кушониён, Таджикистан*

Аннотация. Неудовлетворительная работа является ключевой проблемой в ветроэнергетике, привлекающая внимание инвесторов, независимых производителей электроэнергии, коммунальных служб и корпоративных покупателей. Несмотря на растущий рынок решений для панелей управления, которые пытаются определить неудовлетворительную работу, был достигнут незначительный прогресс в восстановлении Американской электроэнергетической компании (American Electric Power) АЕР, который так часто теряется на ветровых электростанциях по сравнению с прогнозами. В связи с этим в данной статье рассматривается вопрос оптимизации параметров ветроэнергетической установки, которая влияет на эффективность её работы. Также обсуждаются некоторые основные концепции потенциала ветроэнергетики, такие как плотность воздуха, диаметр ротора, скорость ветра и оптимизация ветровых турбин на основе этих параметров. Благодаря этим базовым принципам мы теперь можем изучить, как эти факторы учитываются при проектировании ветропарка для оптимального производства энергии.

Ключевые слова: модель ветровой электростанции, параметры, оптимизация, ветровая турбина, модель следа, эффект пробуждения.

Введение

Развитие возобновляемой энергетики ставит ряд задач, связанных с оценкой экономической эффективности ВЭС и обоснованием их основных параметров. Поскольку в практических случаях приходится применять установки, не являющиеся строго оптимальными для данных условий (из-за дискретности ряда параметров, выпускаемого промышленностью энергетического оборудования, отклонения условий работы от расчетных и т.п.), требуется также оценка соответствующих потерь [1]. Во многих странах разработаны и серийно производятся десятки ВЭУ различной мощности. Однако информация, позволяющая оценить влияние основных конструктивных параметров и условий эксплуатации ВЭУ на их экономическую эффективность в литературе представлена слабо. В ранних работах [1-3], посвященных оптимизации параметров ВЭУ, рассмотрены только отдельные частные случаи, а использованные в расчетах данные недостаточно согласованы с технико-экономическими показате-

лями современных. На рис. 1 приставлена морской ветропарка.

Эффект пробуждения

До сих пор мы рассматривали свойства одной турбины. Как вы можете догадаться, установка многих из них в одном месте представляет собой дополнительные физические проблемы.

Одним из основных является эффект следа: ветряная турбина, расположенная слишком близко за другой, будет получать турбулентный воздух, выходящий из первой, и, таким образом, ее эффективность ухудшится. Например, на морской ветряной электростанции в Дании наблюдалось падение эффективности на 12% при сравнении эффективности отдельной турбины и эффективности всей фермы [4].

В идеале турбины должны располагаться как можно дальше друг от друга. Однако земельная площадь для ветряной электростанции является ограниченным ресурсом, который также необходимо оптимизировать. Поиск наилучшей планировки с учетом всех физических, экономических и социальных ограничений –

сложная комбинаторная задача. По этой причине до недавнего времени размеще-

ние турбин основывалось на неких проверенных в бою эвристиках.



Рис. 1. Морская ветровая электростанция

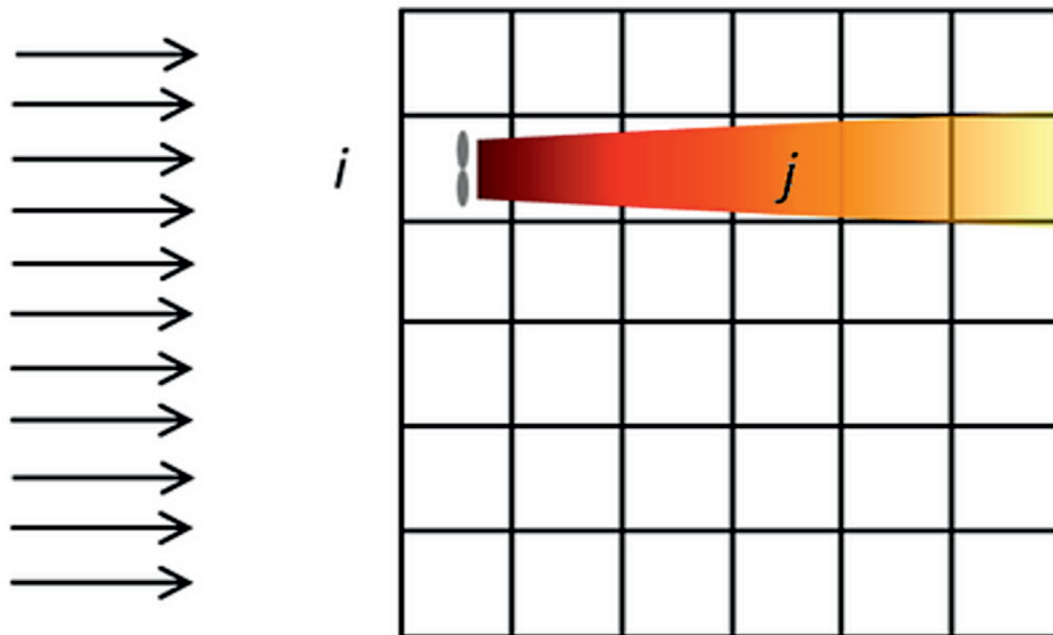


Рис. 2. След от турбины в точке i распространяется вниз по потоку, воздействуя на точку j [5].

Ветряная электростанция обычно имеет прямоугольную планировку с некоторым смещением между рядами. Традиционно считается, что разумное расстояние

между двумя турбинами в ряду составляет от 3 до 5 диаметров ротора. Тогда расстояние (рис. 3) между рядами в 5–9 раз превышает диаметр ротора [6].

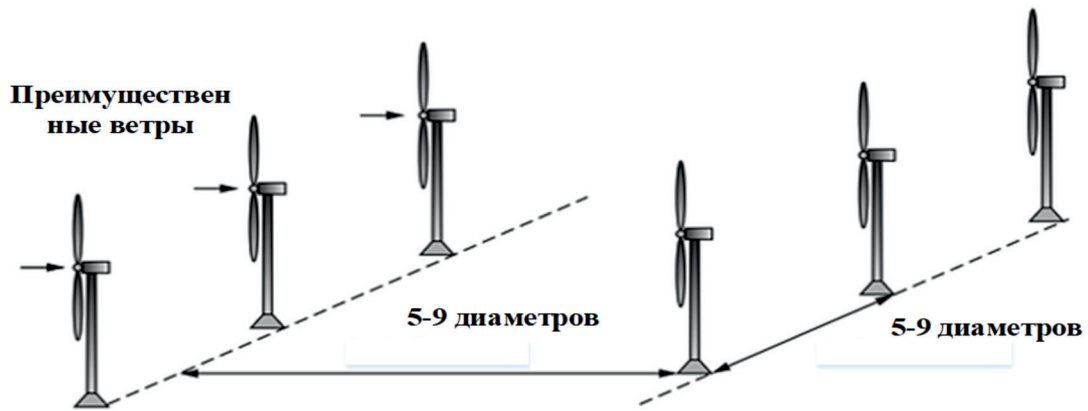


Рис. 3. Расположение рядов ветряных турбин [7].

Более поздние исследования показывают, что такого рода эвристика приводит к неоптимальной эффективности, особенно на крупных ветряных электростанциях с сотнями или тысячами турбин. С развитием алгоритмов оптимизации и вычислительной мощности исследователи ищут более аналитический подход к проблеме [8].

Подход к моделированию параметров ветряных турбин

Поиск наилучшей компоновки турбины можно сформулировать как задачу оптимизации:

Цель исследования – найти оптимальные расстояния между ветряными турбинами на ветряной электростанции,

чтобы минимизировать общие потери в следе. Стоимость, землепользование и некоторые другие физические или экономические ограничения также могут быть включены в более реалистичную модель. В рамках этой статьи мы не будем усложнять задачу и сосредоточимся на модели дефицита бодрствования, которая является центральной частью концепции.

Модель следа Йенсена. В литературе исследователи предложили несколько моделей эффекта следа. Подход Йенсена [9] является старейшим и наиболее широко используемым из-за его простоты и, следовательно, быстрого времени вычислений.

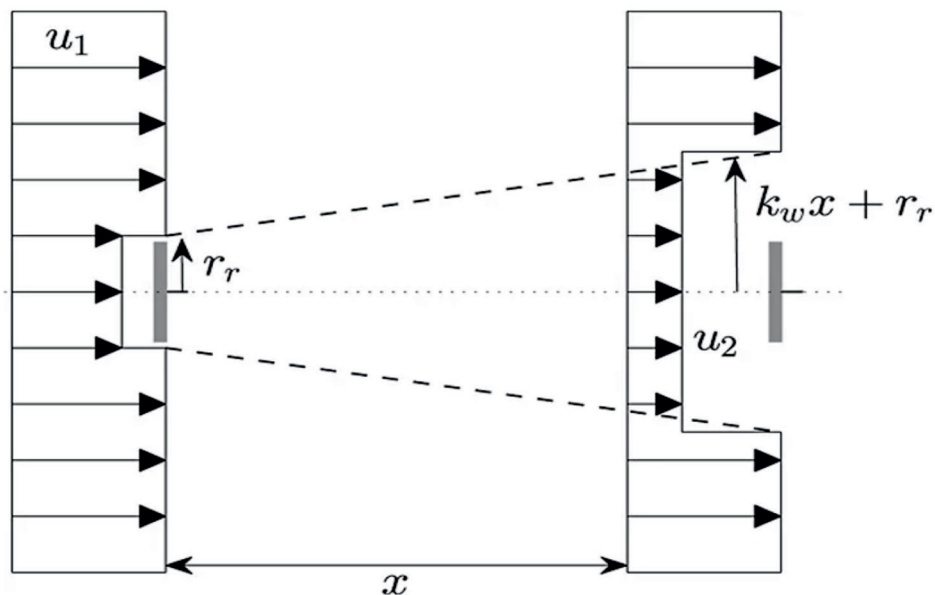


Рис. 4. Эффект следа между двумя турбинами [10].

Модель Йенсена предполагает, что скорость ветра в следе постоянна и расширяется радиально со скоростью $k_w \cdot x$; k_w — коэффициент затухания следа, а x — расстояние между двумя турбинами.

Он оценивает дефицит скорости нисходящего ветра δ между двумя турбинами, который представляет собой соотношение скоростей нисходящего и восходящего ветра u_2, u_1 :

$$\delta = 1 - \frac{u_1}{u_2} \quad (1)$$

Тогда это выражается как:

$$\delta = 1 - \frac{u_1}{u_2} = (1 - \sqrt{1 - C_t}) \cdot \left(\frac{r_r}{k_w x + r_r}\right)^2 \quad (2)$$

где C_t — заданный коэффициент тяги, r — радиус ротора.

Первую скобку можно рассматривать как константу, поэтому дефицит скорости ветра на выходе δ в основном зависит от соотношения расстояния между турбинами и диаметра ротора.

$$\delta \propto \frac{1}{\left(1 + \frac{k_w x}{r_r}\right)^2} \quad (3)$$

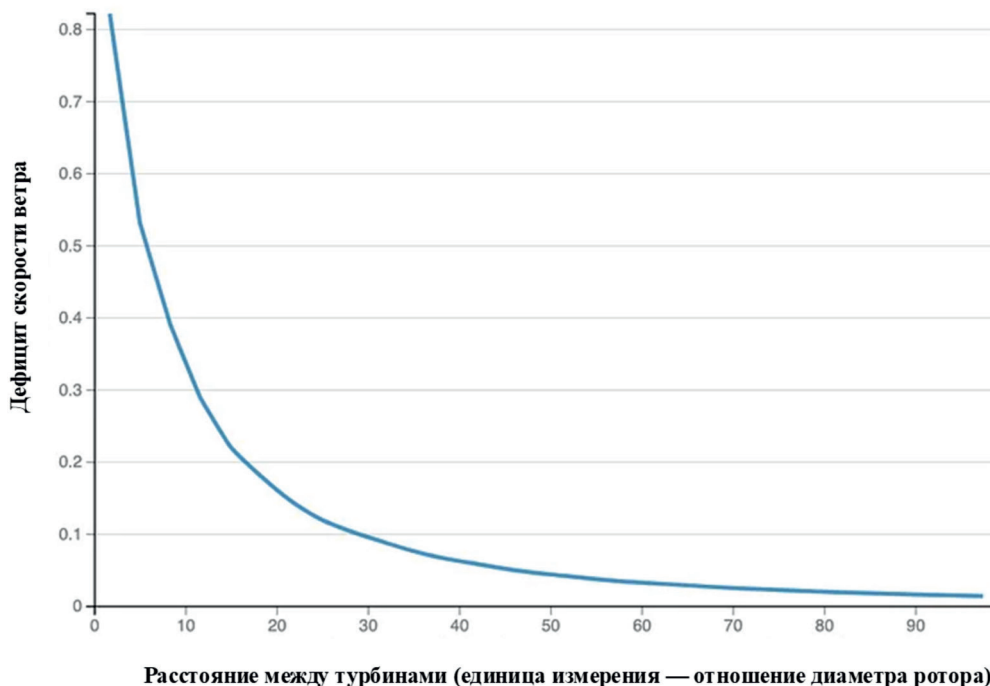


Рис. 5. Дефицит скорости ветра по расстоянию между турбинами (коэффициент затухания = 0,075, коэффициент тяги = 1)

Если мы применим здесь числа эвристического подхода, где:

1. расстояние между турбинами в 5–9 раз превышает диаметр ротора,
2. с коэффициентом затухания пробуждения 0,075 (характерен для береговых ветроэлектростанций),
3. и коэффициент тяги 1 (для простоты).

Предполагаемый дефицит скорости ветра составит от 0,528 до 0,356.

В более общем плане, если мы нарисуем график зависимости дефицита скорости ветра от расстояния между турбинами, мы увидим, что, когда указанное расстояние значительно больше радиуса ротора, δ будет стремиться к нулю (т.е. отсутствие дефицита следа), что согласуется с нашей интуицией.

Обобщение на ветряную электростанцию

У нас есть модель следа турбины. В пределах ветроэлектростанции дефицит скорости на n -й ветроэлектростанции представляет собой квадратичную сумму квадратов локального дефицита [11].

Предположим, у нас есть 50 ветряных турбин, расположенных в ряд на расстоянии, в 9 раз превышающем диаметр ротора между ними, используя те же коэффициенты, что и выше, мы можем вычислить расчетный дефицит скорости ветра на каждой из них.

Заключение

В этой статье мы ознакомились с понятием эффекта пробуждения. Это одна из основных задач при проектировании ветряной электростанции с оптимальной выработкой энергии.

Исторически люди использовали эвристический подход, основанный на диаметре ротора, для определения идеального расстояния между ветряными турбинами. В более поздних исследованиях были предложены аналитические решения, в которых каждый фактор (мощность, дефицит следа, стоимость и т. д.) моделируется с использованием математических функций. Однако эти задачи оптимизации с ограничениями обычно неразрешимы с вычислительной точки зрения без значительных упрощений в разработке математических моделей, поэтому простые модели (такие как модель Йенсена) по-прежнему предпочтительнее. Это остается активной областью исследований, в которой есть много возможностей для улучшений.

Список литературы

1. Сидоренко Г.И., Ахмад А. Модель оптимизации параметров ветровой электростанции // Евразийский Союз Ученых. – 2021. – №. 1-5 (82). – С. 35-41.
2. Follings F.J. Economic optimization of wind power plants // European Wind Energy Conf. London: Peter Peregrinus. 1989. P.983-987.
3. Guidelines for the economic analysis of renewable energy technology applications. ParisЖ Int. Energy Agency. 1991. 175 p.
4. Sorensen P., Nielsen T. Recalibrating wind turbine wake model parameters – validating the wake model performance for large offshore wind farms //European Wind Energy Conference and Exhibition, EWEA. – 2006.
5. Xu Z. et al. Plant functional diversity modulates global environmental change effects on grassland productivity // Journal of Ecology. – 2018. – Vol. 106. – №. 5. – pp. 1941-1951.
6. Masters, Gilbert M. Renewable and efficient electric power systems. John Wiley & Sons, 2013.
7. Masters G. M. Renewable and efficient electric power systems. – John Wiley & Sons, 2013.
8. Meyers, Johan, and Charles Meneveau. “Optimal turbine spacing in fully developed wind farm boundary layers.” Wind energy 15.2 (2012): 305–317.
9. Jensen, Niels Otto. A note on wind generator interaction. Vol. 2411. Roskilde, Denmark: Risø National Laboratory, 1983.
10. Peña A., Réthoré P. E., van der Laan M. P. On the application of the Jensen wake model using a turbulence-dependent wake decay coefficient: the Sexbierum case //Wind Energy. – 2016. – Vol. 19. – №. 4. – pp. 763-776.
11. Optimizing wind plant production with cooperative control [Электронный ресурс]. URL: <https://pes.eu.com/exclusive-article/optimizing-wind-plant-production-with-cooperative-control/> (дата обращения: 27.07.2024).

УСУЛҲОИ АРЗЁБӢ ВА БЕҲТАРНАМОИИ ПАРАМЕТРҲОИ ДАСТГОҲИ БАҶӢИ ШАМОЛӢ

Махсумов И.Б., Исозода Д.Т., Давлатзода А.Н., Носиров И.С.

Аннотатсия. Фаъолияти наст як масъалаи калидӣ дар соҳаи энергетикаи шамоли буда, таваҷҷӯҳи сармоягузoron, истеҳсолкунандагони мустақили нерӯи барқ, хадамоти коммуналӣ ва харидорони корпоративиро ҷалб мекунад. Сарфи назар аз афзоиши бозори ҳалли панелҳои идоракунии, ки қӯшиши мекунад кори ғайриқаноатбахиро дар соҳаи энергетикаи шамоли муайян кунанд, дар барқарорсозии ширкати барқии Амрикоии АЕР (American Electric Power) пеширафти ночиз ба даст оварда шуд, ки дар муқоиса бо пешгӯиҳо дар истифода ва барқарор кардани нерӯгоҳҳои шамоли маблағои калон сарф мегардад. Вобаста ба ин, мақолаи мазкур масъалаи беҳтарнамоии оптимизатсияи параметрҳои нерӯгоҳи шамолиро баррасӣ мекунад, ки ба самаранокии кори он таъсир мерасонад.

Масъалаи беҳтарнамоии параметрҳои дастгоҳи барқии шамоли, ки ба самаранокии кори он таъсир мерасонад, баррасӣ карда мешавад. Инчунин баъзе мафҳумҳои асосии потенциали нерӯи шамоли, аз қабилӣ зичии ҳаво, диаметри ротор, суръати шамоли ва беҳтарнамоии турбинаҳои шамоли дар асоси ин параметрҳо муҳокима карда мешаванд. Бо шарофати ин принципҳои асосӣ, мо ҳоло метавонем бифаҳмем, ки чӣ гуна ин омилҳо ҳангоми тарҳрезии парки шамоли барои истеҳсоли оптималии энергия ба назар гирифта мешаванд.

Калидвожаҳо: модели нерӯгоҳи барқии шамоли, параметрҳо, беҳтарнамоӣ, турбинаи шамоли, модели пайроҳа, таъсири бедоршавӣ.

METHODS OF EVALUATION AND OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF WIND POWER PLANTS

Makhsumov I.B., Isozoda D.T., Davlatzoda A.N., Nosirov I.S.

Abstract. Underperformance is a key issue in the wind energy industry, attracting the attention of investors, independent power producers, utilities, and corporate buyers. Despite a growing market for control panel solutions that attempt to identify underperformance, little progress has been made in recovering the American Electric Power (AEP) wind farms so often lose compared to forecasts. In this regard, this article looks at the optimization of wind turbine parameters that affect its operating efficiency. It also discusses some of the basic concepts of wind energy potential, such as air density, rotor diameter, wind speed, and the optimization of wind turbines based on these parameters. With these basic principles in place, we can now examine how these factors are taken into account when designing a wind farm for optimal energy production.

Keywords: wind farm model, parameters, optimization, wind turbine, wake model, wake-up effect.

Маълумот дар бораи муаллифон: Махсумов Илҳом Бурҳонович – номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи манбаҳои алтернативии энергияи Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, Тел.: (+992) 985-14-13-70; E-mail: messi.ilhom@gmail.com, Исозода Диловаршоҳ Тарик – доктори илмҳои техникӣ, доцент, ректори Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, Тел.: (+992) 550-44-64-64; E-mail: isoev-d@mail.ru, Давлатзода Абуфазл Нусратулло – сардори маркази бақайдгирӣ, тестӣ ва машваратии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, Тел.: (+992) 977-87-15-15; E-mail: davlatzoda_88@mail.ru, Носиров Исмоил Сафарович – номзади илмҳои техникӣ, саромӯзгори кафедраи химияи релей ва автоматикаи Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, Тел.: (+992) 902-20-24-51; E-mail: nosirov6@mail.ru

Сведения об авторах: Махсумов Илҳом Бурҳонович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой альтернативных источников энергии Института энергетики Таджикистана, Тел.: (+992) 985-14-13-70; E-mail: messi.ilhom@gmail.com, Исозода Диловаршоҳ Тарик – доктор технических наук, доцент, ректор Института энергетики Таджикистана, Тел.: (+992) 550-44-64-64; E-mail: isoev-d@mail.ru, Давлатзода

Абуфазл Нусратулло – Начальник Центра регистрации, тестирования и консультирования Института энергетики Таджикистана, Тел.: (+992) 977-87-15-15; E-mail: davlatzoda_88@mail.ru, Носиров Исмоил Сафарович – кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры релейной защиты и автоматики Института энергетики Таджикистана, Тел.: (+992) 902-20-24-51; E-mail: nosirov6@mail.ru

Information about the authors: Makhsumov Ikhom Burkhonovich – Ph.D. of Engineering Sciences, head of the department of alternative energy sources of the Tajik Power Engineering Institute, Tel.: (+992) 985-14-13-70; E-mail: messi.ilhom@gmail.com, Isozoda Dilovarshoh Tariq – Dr. of Engineering, docent, rector of the Tajik Power Engineering Institute, Tel.: (+992) 550-44-64-64; E-mail: isoev-d@mail.ru, Davlatzoda Abufazl Nusratullo – Head of the Registration, Testing and Consulting Center of the Tajik Power Engineering Institute, tel.: (+992) 977-87-15-15; E-mail: davlatzoda_88@mail.ru, Nosirov Ismoil Safarovich – Ph.D. of Engineering Sciences, head teacher of the department of relay protection and automation of the Tajik Power Engineering Institute, Tel.: (+992) 902-20-24-51; E-mail: nosirov6@mail.ru

УДК 621.318

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РЕЖИМ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Исозода Д.Т., Махсумов И.Б., Давлатзода А.Н.

Институт энергетики Таджикистана, р. Кушониён, Таджикистан

Аннотация. *Распределенная генерация это термин, используемый, когда электроэнергия вырабатывается из источников, часто возобновляемых источников энергии, вблизи точки использования вместо централизованных источников генерации от электростанций. Государственные и местные органы власти могут внедрять политику и программы в отношении распределенной генерации и ее использования, чтобы помочь преодолеть рыночные и нормативные барьеры для внедрения. Однако при внедрения распределённой генерации в электрической сети появляется ряд пролем которые неготовивно влияет на надёжной работы системы.*

В данной статье описывается влияние распределенной генерации на распределительные электрические сети при ее интеграции в энергетическую систему. Также в этой статье подробно рассматриваются последствия распределенной генерации, такие как: повышение уровня короткого замыкания, изменение потерь в нагрузке, изменение уровня напряжения в сети, появление переходных процессов, возникновение перегрузок в ветвях системы, ухудшение качества и надежности электроэнергии, а также нарушение рабочего режима защиты элементов электрической сети.

Ключевые слова: *распределенная генерация, качество электроэнергии, управление, короткое замыкание, интеграция.*

Введение

Сочетание интеллектуальной сети и распределенной генерации может сыграть большую роль в будущем электроэнергетических систем с точки зрения как снабжения, так и использования. Но его ошибочно рекламируют как решение наших предполагаемых проблем с электричеством в краткосрочной перспективе, то есть на ближайшие 10-20 лет. Реальное внедрение «умной» сети и/или масштабной распределенной генерации может произойти через полвека, а то и больше.

Таким образом, ранние, обширные и дорогостоящие инициативы, которые утверждают, что находятся на «правильном пути», с большой вероятностью впоследствии окажутся на неправильном пути [1]. Является ли верным путь модернизация мощности сети и внедрение новых линий электропередачи для облегчения интеграции ветровой и солнечной энергии в масштабах коммунальных предприятий или внедрение интеллектуальных счетчиков для согласования (читай ограничения) спроса с неустойчивым и

ненадежным снабжением эти? Точно нет. Такие опрометчивые инициативы потребуют неприемлемо больших инвестиций в элементы энергосистемы, которые, вероятно, слишком быстро станут неактуальными, поскольку необходимые изменения в энергетической инфраструктуре будут спроектированы и введены в будущем [1].

Одной из основных целей распределенной генерации РГ является удовлетворение определенного уровня местного спроса, а не подпитка сети. Введение обязательных уровней возобновляемой энергии (ВИЭ) и льготных тарифов с премиальными ценами, чтобы стимулировать внедрение ветровой и солнечной энергии, создает «золотую лихорадку» для последней. Ветряные и солнечные электростанции промышленного масштаба подобны традиционным источникам генерации, поскольку они производят электроэнергию для удовлетворения спроса в других местах, а в случае ветровой и солнечной энергии зачастую на больших расстояниях. Они географически распределены, и это один из элементов отличия от традиционных источников производства электроэнергии, но это связано с тем, что топливо, ветер и солнечный свет широко рассредоточены [1].

Правильный взгляд на генерацию энергии предполагает использование небольших источников генерации, например, солнечных батарей на крыше и,

возможно, микроветряных турбин (возможны лучшие конструкции), а также многих других средств генерации, не относящихся к коммунальным предприятиям, и этот список может быть довольно длинным. Они будут интегрированы в микросети, содержащие интеллект для управления местным производством, хранением (что осуществимо даже сегодня на этом уровне и показывает значительные перспективы в будущем) и использованием, а также подключением к сети через интеллектуальные шлюзы. Микросети могут обслуживать многие типы «сообществ», например, жилые дома (особенно в сельской местности), комбинации коммерческих, промышленных, жилых сообществ и кампусы колледжей [1].

Одним из основных преимуществ РГ является непосредственная близость к потребительским нагрузкам. Распределенная генерация РГ может сыграть важную роль в повышении надежности сети, снижении потерь при передаче, обеспечении лучшей поддержки напряжения и улучшении качества электроэнергии. Распределенная генерация также снижает выбросы парниковых газов, решая проблемы загрязнения, обеспечивая чистую и эффективную энергию [2].

В таблице 1 представлены наиболее часто используемые технологии распределенной генерации [3].

Таблица 1

Технология интеграции распределенной генерации
в энергосистему по мощности

Технология РГ	Стандартный доступный мощность
Малая гидроэлектростанция	от 1 до 100 МВт
Микро гидроэлектростанция	от 25 кВт до 1 МВт
Ветровая турбина, ВЭУ	от 200 Вт до 3 МВт
Фотоэлектрическая система ФЭС	от 20 Вт до 100 кВт
Электростанции на биотопливе (биомассе)	от 100 кВт до 20 МВт
Геотермальная станция	от 5 МВт до 100 МВт
Энергия океана	от 100 кВт до 5 МВт

Распределенные энергетические ресурсы (РЭР) изменили многие аспекты работы, проектирования и реализации распределительных систем. Увеличивая количество децентрализованных систем с меньшими генерирующими блоками, подключаемыми непосредственно к распределительным сетям вблизи потребления, распределительные компании сокращают потери в своих сетях [4]. Однонаправленная система централизованной выработки электроэнергии и двунаправленная система с распределенной генерацией [3] приведена на рис. 1.

Эксплуатация распределительной системы с большим объемом распределенной генерации вызывает ряд проблем [4]:

Изменения напряжения по всей сети в зависимости от того, сколько энергии производится и потребляется на этом уровне системы, в результате чего поведение отличается от поведения типичной односторонней сети; переходные процессы напряжения появятся в результате подключения и отключения генераторов или даже в результате их работы; уровни короткого замыкания повышаются; потери мощности изменяются в зависимости от уровня производства и нагрузки; перегруженность системы зависит от уровня производства и нагрузки; качество электроэнергии и надежность системы могут ухудшиться.

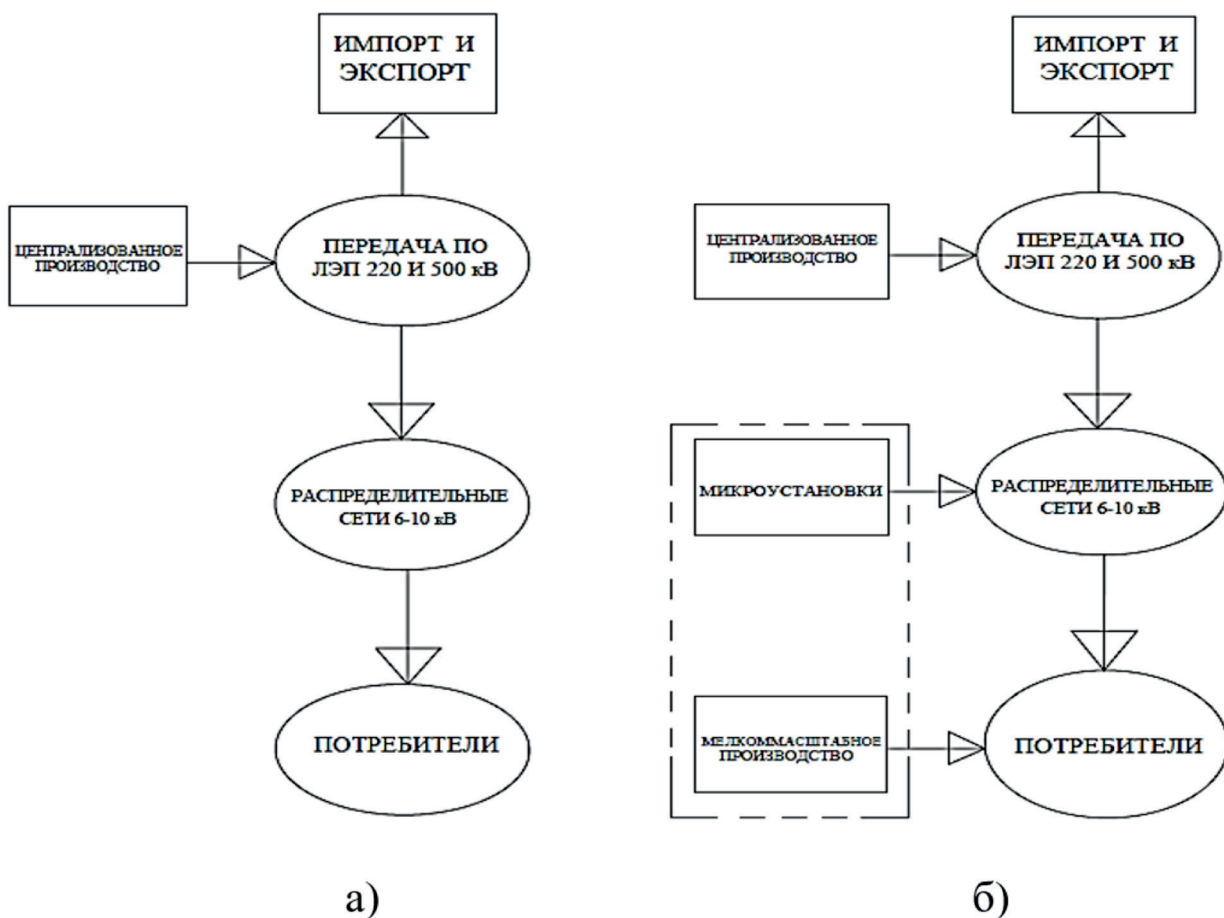


Рис. 1. Структурная схема централизованной электроэнергетической системы а) без распределенной генерации, б) с распределенной генерацией

Влияние распределенной генерации на электроэнергетические системы

Существует влияние несколько важных факторов РГ на электроэнергетические системы, которые представлены ниже:

Эксплуатация и управление. Выходная мощность генератора переменного тока варьируется в зависимости от изменения местной нагрузки. Выходную мощность генератора также можно контролировать независимо от местной нагрузки на территорию. Этот режим управления реализуется, если работа РГ следует ценовому сигналу, который может соответствовать или не соответствовать местным изменениям нагрузки, или если РГ следует за наличием природных ресурсов, таких как солнечная или ветровая энергия. В этом случае РГ может отрицательно повлиять на функциональность управления напряжением сети, увеличивая разницу между максимальным и минимальным уровнем напряжения по сравнению с ситуацией, когда РГ недоступен [5].

Изменение мощности короткого замыкания. Установка новых распределенных генераторов в распределительных сетях потенциально повышает уровень мощности короткого замыкания. Мощность короткого замыкания определяется свойствами сети. Учитывая, что импеданс увеличивается с увеличением длины линии или кабеля, ток и мощность короткого замыкания обычно уменьшаются с увеличением длины. В стационарном режиме при отклонении напряжения менее 2% часто применяют «эмпирическое правило», согласно которому мощность короткого замыкания должна быть как минимум в

50 раз выше номинальной мощности. Это приблизительное значение, поскольку оно не учитывает влияние других производителей или потребителей [6].

Стабильность. Традиционно при проектировании распределительной сети не требовалось учитывать вопросы стабильности, поскольку сеть была пассивной и радиальной и оставалась стабильной в большинстве случаев при условии, что сеть передачи сама была стабильной. Но ситуация изменится по мере увеличения проникновения этих схем и увеличения их вклада в сетевую безопасность. Области, которые необходимо учитывать, включают переходные процессы (стабильность первого колебания), а также долговременную динамическую стабильность и падение напряжения [6].

Уровень напряжения интеграции и взаимосвязи. Из-за однонаправленной конструкции традиционной распределительной сети напряжение снижается по мере удаления от генератора или трансформатора. Эти падения напряжения предсказуемы, и они учитываются при проектировании сети, чтобы напряжение было в пределах допуска при всех нормальных условиях. При подключении блока РГ токи изменяются или даже меняются местами, а напряжение обычно увеличивается таким образом, что его нелегко предсказать. Требование соблюдения установленных законом ограничений по напряжению ограничивает мощность генератора, который может быть подключен к системе, особенно на низком уровне напряжения. Увеличение напряжения связано с изменением направления потока мощности за счет РГ показано в рис. 2.



Рис. 2. Интеграция распределенной генерации в энергосистему [3].

Отклонения формы напряжения, гармоника. Подключение блока РГ к сети может влиять на уровень гармонических искажений напряжения в зависимости от того, электронный преобразователь это или вращающаяся машина. Интерфейсы силовой электроники предлагают расширенные возможности поддержки системы, но вводят в систему гармонические токи. В зависимости от топологии системы и импеданса в точке подключения чрезмерные уровни гармоник напряжения могут возникать локально или в другом месте сети. Вращающиеся генераторы также могут вводить гармоники из-за нелинейности конструкции обмотки и сердечника.

Качество электроэнергии. Различные РГ имеют разные характеристики и, таким образом, создают разные проблемы с качеством электроэнергии. Эффект увеличения уровня отказов сети за счет добавления генерации часто приводит к улучшению качества электроэнергии. Заметным исключением является то, что один крупный РГ, например, ветряная турбина в слабой сети может привести к проблемам с качеством электроэнергии, особенно во время запуска и остановки. Чрезмерное использование устройств силовой электроники и современных средств управления приводит к проблемам с качеством электроэнергии, и эти устройства очень склонны к проблемам с качеством электроэнергии [6, 7].

Дисбаланс. Доступны различные РГ, питающие сеть однофазно. Если он есть, то произойдет разбалансировка системы и она не должна превышать допустимый предел. Более того, работа РГ страдает при несимметрии нагрузок по фазам. Их работоспособность ухудшается из-за разбалансировки.

Требования к системе защиты. В зависимости от характеристик РГ (его номинальной мощности, режима работы, используемой технологии), расположения

РГ и конфигурации сети, влияние РГ на защиту от сверхтоков может различаться, поэтому РГ будет оказывать влияние на схему защиты. Если система защиты агрегатов РГ способна обнаружить неисправность и быстро отключиться от сети, РГ не будет мешать нормальной работе системы защиты. В случае возникновения неисправности блок РГ придется отключить [5, 6].

Существует потребность в совершенно новых решениях, но очевидно, что некоторые решения могут быть заимствованы из систем высокого напряжения (ВН). Интересной темой является защита сетей низкого напряжения (НН), которая традиционно осуществляется с помощью предохранителей. Предположим, что энергоблок малой мощности подает энергию в ветвь низкого напряжения, также питаемую трансформатором низкого напряжения. Если неисправность развивается вдали от блока РГ, ток повреждения от трансформатора вызовет срабатывание защиты трансформатора, в результате чего блок РГ будет подавать ток повреждения, который из-за относительно высокого импеданса системы может быть недостаточным для работы РГ [8-12].

Заключение

Распределенная генерация оказывает большее влияние на потери электроэнергии, качество напряжения, мерцание, гармоники, уровни короткого замыкания, изолированность, надежность и защиту сети. Распределенная генерация дает множество преимуществ, в том числе: электроэнергия вырабатывается рядом с местом потребления, повышается надежность электроснабжения за счет разнообразия источников энергии, снижения потерь мощности в сети

создавая более конкурентный энергетический рынок, используемые ресурсы являются возобновляемыми, а выбросы парниковых газов, особенно углекислого

газа сокращаются, сжигание ископаемого топлива.

При увеличении источников РГ, возникают различные технические и экономические проблемы в интеграции распределенных поколений в существующие энергетические системы, которые необходимо рассматривать.

Список литературы

1. The Smart Grid and Distributed Generation: A Glimpse of a Distant Future. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.masterresource.org/electricity-transmission/the-smart-grid-and-dg/> (дата обращения: 03.04.2024).
2. Dorin BICĂ, Lucian Ioan DULĂU (2018), SMART GRIDS AND DISTRIBUTED GENERATION. [Электронный ресурс]. URL: http://scientificbulletin.upm.ro/papers/2018-1/3_Smart%20grids%20varianta%20finala.pdf (дата обращения: 03.04.2024).
3. Dulău L. I., Abrudean M., Bică D. Effects of distributed generation on electric power systems // *Procedia Technology*. – 2014. – Vol. 12. – PP. 681-686. https://www.researchgate.net/publication/270916389_Effects_of_Distributed_Generation_on_Electric_Power_Systems#:~:text=The%20effects%20of%20distributed%20generation,protections%20may%20not%20function%20properly
4. Dulău L. I., Abrudean M., Bică D. Optimal location of a distributed generator for power losses improvement // *Procedia Technology*. – 2016. – Vol. 22. – PP. 734-739. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017316000335>
5. Кузнецов С.А., Кубарьков Ю.П. Режимы работы электрической сети с распределенной генерацией // **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ**. – 2018. – С. 164-168. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37162183>
6. Проблемы электрических систем с распределенной генерацией. [Электронный ресурс]. URL: <https://vde.nmu.org.ua/ua/science/ntz/archive/100.pdf> (дата обращения: 03.04.2024).
7. Lopes J. A. P. et al. Integrating distributed generation into electric power systems: A review of drivers, challenges and opportunities // *Electric power systems research*. – 2007. – Vol. 77. – №. 9. – PP. 1189-1203. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779606001908>
8. Илюшин П.В. Интеграция электростанций на основе возобновляемых источников энергии в Единую энергетическую систему России: обзор проблемных вопросов и подходов к их решению // *Вестник МЭИ*. 2022. № 4. С. 98-107.
9. Кирпичникова И.М., Эвок Д.А., Махсумов И.Б. Сравнительный анализ генерации электрической энергии фотоэлектрическими модулями в различных температурных условиях // *Электричество*. 2023. № 11. С. 34-41. – DOI: 10.24160/0013-5380-2023-11-34-41.
10. Кирпичникова И.М., Махсумов И.Б., Шестакова В.В. Снижение генерации электрической энергии солнечными модулями в условиях запыленности местности // *iPolytech Journal*. 2023. Т. 27. № 1. С. 83-93. DOI: 10.21285/1814-3520-2023-1-83-93.
11. Кирпичникова И.М., Мартьянов А.С., Махсумов И.Б. Анализ эффективности тепловой защиты фотоэлектрических преобразователей солнечной электростанции / И.М. Кирпичникова, А.С. Мартьянов, И.Б. Махсумов // *Промышленная энергетика*. – 2021. – № 5. – С. 34-44. – DOI 10.34831/EP.2021.83.85.006.
12. Илюшин П.В., Георгиевский И.Д. Обзор возможностей для увеличения доли ветровых и солнечных электростанций в структуре генерирующих мощностей энергосистем // *Энергетик*. 2023. № 5. С. 13-18.

ИСТЕҲСОЛИ ЭНЕРГИЯИ ТАҚСИМШУДА ВА ТАЪСИРИ ОН БА РЕҶАИ КОРИИ ШАБАКАИ БАҶҚӢ

Исозода Д.Т., Махсумов И.Б., Давлатзода А.Н.

Аннотатсия. *Истеҳсоли энергияи тақсимишуда истилоҳест, ки ҳангоми тавлиди энергияи электрикӣ аз манбаъҳо, аксаран аз манбаъҳои энергияи барқароришаванда, дар наздикии нуқтаи истифода ба ҷои манбаъҳои тавлиди мутамарказ аз нерӯгоҳҳои барқӣ истифода мешавад. Ҳукуматҳои давлатӣ ва маҳаллӣ метавонанд сиёсатҳо ва барномаҳоро дар бораи истеҳсоли энергияи тақсимишуда ва истифодаи он татбиқ кунанд, то монеаҳои бозор ва меъериро барои татбиқ бар тараф кунанд. Аммо ҳангоми дар шабакаи электрикӣ ҷорӣ намудани истеҳсоли энергияи тақсимишуда як қатор мушкилотҳо ба миён меоянд, ки ба кори боэътимоди шабакаи электрикӣ таъсири манфӣ мерасонанд.*

Дар ин мақола таъсири истеҳсоли энергияи тақсимишуда ба шабакаҳои барқии тақсимоӣ ҳангоми ҳамгироии он ба системаи энергетикӣ тавсиф шудааст. Инчунин, ин дар мақола оқибатҳои истеҳсоли энергияи тақсимишуда ба таври муфассал баррасӣ мегардад, аз ҷумла: баланд шудани сатҳи расиши қӯтоҳ, тағирёбии талафот дар бори электрикӣ, тағирёбии сатҳи шиддат дар шабака, пайдошавии равандҳои гузаранда, пайдошавии фузунбориҳо дар шохаҳои система, бад шудани сифат ва эътимоднокии нерӯи барқ ва инчунин вайрон шудани реҷаҳои кори ҷимояҳои элементҳои шабакаи барқӣ.

Калидвожаҳо: *истеҳсоли энергияи тақсимишуда, сифати нерӯи барқ, идоракунамоӣ, расиши қӯтоҳ, ҳамгирӣ.*

DISTRIBUTED GENERATION AND ITS INFLUENCE ON THE MODE OF OPERATION OF THE ELECTRIC NETWORK

Isozoda D.T., Makhsumov I.B., Davlatzoda A.N.

Abstract. *Distributed generation is a term used when electricity is generated from sources, often renewable energy sources, near the point of use instead of centralized generation sources from power plants. State and local governments can implement policies and programs regarding distributed generation and its use to help overcome market and regulatory barriers to adoption. However, when distributed generation is introduced into the electric grid, a number of issues arise that negatively affect the reliable operation of the system. This article describes the impact of distributed generation on the distribution electric grid when it is integrated into the power system. This article also discusses in detail the consequences of distributed generation, such as: increased short-circuit levels, changes in load losses, changes in grid voltage levels, the occurrence of transients, the occurrence of overloads in system branches, deterioration in power quality and reliability, and the violation of the operating mode of protection of electric grid elements.*

Keywords: *distributed generation, power quality, control, short circuit, integration.*

Маълумот дар бораи муаллифон: Исозода Диловаршоҳ Тарик – доктори илмҳои техникӣ, дотсент, ректори Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон, Тел.: (+992) 550-44-64-64; E-mail: isoev-d@mail.ru, Махсумов Илҳом Бурхонович – номзади илмҳои техникӣ, мудири кафедраи манбаъҳои алтернативии энергияи Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон, Тел.: (+992) 985-14-13-70; E-mail: messi.ilhom@gmail.com, Давлатзода Абуфазл Нусратулло – сардори маркази бақайдгирӣ, тестӣ ва машваратии Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон, Тел.: (+992) 977-87-15-15; E-mail: davlatzoda_88@mail.ru

Сведения об авторах: Исозода Диловаршоҳ Тарик – доктор технических наук, доцент, ректор Института энергетик Таджикистана, Тел.: (+992) 550-44-64-64; E-mail: isoev-d@mail.ru, Махсумов Илҳом Бурхонович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой альтернативных источников энергии Института энергетик Таджикистана, Тел.: (+992) 985-14-13-70; E-mail: messi.ilhom@gmail.com, Давлат-

зода Абуфазл Нусратулло – Начальник Центра регистрации, тестирования и консультирования Института энергетики Таджикистана, Тел.: (+992) 977-87-15-15; E-mail: davlatzoda_88@mail.ru

Information about the authors: Isozoda Dilovarshoh Tariq – Dr. of Engineering, docent, rector of the Tajik Power Engineering Institute, Tel.: (+992) 550-44-64-64; E-mail: isoev-d@mail.ru, Makhsumov Ilkhom Burkhonovich – Ph.D. of Engineering Sciences, head of the department of alternative energy sources of the Tajik Power Engineering Institute, Tel.: (+992) 985-14-13-70; E-mail: messi.ilhom@gmail.com, Davlatzoda Abufazl Nusratullo – Head of the Registration, Testing and Consulting Center of the Tajik Power Engineering Institute, tel.: (+992) 977-87-15-15; E-mail: davlatzoda_88@mail.ru

ТАҲЛИЛ ТАЛАФОТ, ОМИЛҶО ВА КАМ КАРДАНИ ОН ДАР ШАБАКАҶОИ БАРҚИИ ШИДДАТИ 6–10 кВ

Абдуназаров С.С.¹, Ҳакимов Д.Ш.², Сафаров М.М.³, Улфатов С.Э.⁴

¹Филиали ҶСК «ШТБ» дар ш. Бохтар

²Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ

³Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон

⁴Донишгоҳи давлатии Дангара

Шарҳи мухтасар. Дар ин мақола оид ба талафоти техникӣ дар шабакаҳои барқии 6–10 кВ маълумот дода шудааст. Чи тавре ки маълум аст, тавоноӣ ва нерӯи барқ ҳангоми интиқол ва истифода талаф меёбад. Омилҳои гуногун, ки сабаби ба амал омадани талафоти зиёдатии тавоноӣ ва нерӯи барқ мегарданд, инчунин чорабиниҳо оид ба кам кардани он дар мақола барасӣ гардидааст. Барои муайян кардани талафоти техникӣ тавоноӣ ва нерӯи барқ дар чаҳмаки №15 – и зерстгоҳи Кӯшонӣ таҳлил гузаронида шуд. Мувофиқи таҳлил тамоми он маълумотҳои зарӯри, ки сабаби талафот гардидаанд муайян карда шуданд.

Калимавожаҳо: талафоти тавоноӣ ва нерӯи барқ, сохтори талафот, шабакаи барқии 6–10 кВ, таҳлили талафот, омилҳои талафот.

Талафоти нерӯи барқ дар шабакаҳои барқӣ яке аз нишондиҳандаҳои муҳимтаринест, ки самаранокии кори идораи барқро нишон медиҳад. Нишондиҳанда мавҷуда камбудии нишон медиҳанд, ки ҳалли таъхиринопазирро дар рушд, таҷдид ва азнавсозии техникӣ шабакаҳои барқӣ, такмил додани усулу воситаҳои истифода ва идора дар баланд бардоштани дақиқияти низоми баҳисобгирии нерӯи барқ, ҷамъоварии самараноки маблағи нерӯи барқи истифодашуда аз тарафи истеъмолкунандагон, истифодаи ҳисобгиракҳои интеллектуалӣ ва ҷорӣ намудани низоми автоматиконидашудаи ахборот доранд.

Дар раванди интиқол талафоти нерӯи барқ ба вучуд меояд, ки онро ба технологӣ ва тиҷоратӣ ҷудо кардан мумкин аст.

Талафоти технологияи нерӯи барқ ин талафоти техникӣ таҷҳизотҳои шаба-

каҳои барқиро дар бар мегирад, ки дар натиҷаи равандҳои физикӣ ҳангоми интиқоли нерӯи барқ мувофиқи хусусиятҳои техникӣ ва речаҳои кори таҷҳизотҳо ба амал меоянд. Дар баробари ин, талафоти техникӣ нерӯи барқ ба талафоти доимӣ (аз тавоноии интиқолшуда вобаста нест) ва тағйирёбанда (аз бори барқӣ вобастагӣ дорад) ҷудо мешавад.

Талафоти воқеии нерӯи барқ дар шабакаҳои барқӣ ҳамчун фарқияти байни ҳаҷми нерӯи барқе, ки ба шабакаи барқ аз дигар шабакаҳо ё аз истеҳсолкунандаи барқ қабул мешавад ва ҳаҷми нерӯи барқе, ки аз тарафи истеъмолкунандаҳо истеъмол мешавад, мебошад.

Ташкилотҳои шабакавӣ ӯҳдадоранд арзиши талафоти воқеии нерӯи барқро, ки дар иншоотҳои ба онҳо тааллуқдошта амал меоянд, бо назардошти арзиши талафоте, ки ба нархҳои (тарифҳои) нерӯи

барке, ки дар бозори яклухт дохил карда шудаанд, пардохт намоянд.

Истеъмолкунандагони хизматрасон (ба истиснои истехсолкунандагони нерӯи барқ) вазифадоранд, ки дар доираи тарифи хизматрасонӣ оид ба интиқоли нерӯи барқ, ки талафоти меъёрӣ ҳангоми интиқоли нерӯи барқ тавассути шабакаҳои барқӣ пайдо мешаванд, барои роҳ надодани ҳисоби дукарата ба шахсони дахлдор бо истиснои талафоте, ки дар нархномаи (тарифи) нерӯи барқ дохил карда шудааст, шартнома баста шудааст.

Омилҳои асосие, ки талафоти зиёдагии нерӯи барқро ба вучуд меорад:

Омили технологӣ. Он бевосита аз равандҳои физикавии хос вобаста аст ва метавонад вобаста ба речаи қорӣ шабака, инчунин шароити иқлимӣ тағйир ёбад:

Харочоте, ки барои истифодаи таҷҳизотҳои ёрирасон ва муҳайё кардани шароити зарӯрӣ барои қори қормандони техникӣ сарф мешавад:

Қисмати тичоратӣ. Ба ин дараҷа ҳамоғиҳо дар низоми баҳисобгирӣ (ҳисобгиракҳои барқӣ), инчунин омилҳои дигаре, ки боиси кам ҳисоб кардани нерӯи барқ мешаванд, дохил мешаванд.

Дар мақолаи мазкур таҳлилҳои оиди талафоти техникӣ дар шабакаҳои барқии шиддати 6–10 кВ гузаронида шудааст.

Ҳамин тавр дар чашмаки №15 зеристгоҳи Кӯшонӣ н. А. Қомӣ дар ҳолати вақти бори зиёд таҳлил гузаронида, талафоти тавоноӣ дар ҳатти 6–10 кВ ва трансформаторҳои 6–10/0,4 кВ, ки аз ин чашмакҳо бо нерӯи барқ таъмин мебошанд, муайян карда шуд. Натиҷаи таҳлил дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1.

Натиҷаи таҳлили талафоти техникӣ дар шабакаҳои барқии таҳқиқшуда.

Чашмаки №15, зеристгоҳи Кӯшонӣ					
Қараёни бор дар чашмак		Қараёни бор дар чашмак		Қараёни бор дар чашмак	
IЯ = 70 А		IЯ = 70 А		IЯ = 70 А	
Рақами ЗТ	Рақами ЗТ	Рақами ЗТ	Рақами ЗТ	Рақами ЗТ	Рақами ЗТ
2010	400	43,343	10,8358	10,4805	53,8235
2735	400	43,343	10,8358	10,4805	53,8235
2120	320	39,338	12,2931	21,492	60,83
2234	250	32,001	12,8004	7,30549	39,3065
2731	400	43,343	10,8358	10,4805	53,8235
2113	250	32,001	12,8004	7,30549	39,3065
2233	250	39,967	15,9868	7,67935	47,6464
2201	250	39,967	15,9868	7,67935	47,6464
2186	250	39,967	15,9868	7,67935	47,6464
2187	160	27,683	17,3019	5,16801	32,851
2817	25	11,314	45,256	1,36933	12,6833
2759	100	33,472	33,472	4,23088	37,7029
2228	400	43,343	10,8358	10,4805	53,8235
2150	400	53,38	13,345	10,9484	64,3284
2815	63	27,683	43,9413	4,24464	31,9276
2153	400	43,343	10,8358	10,4805	53,8235
2009	400	53,38	13,345	10,9484	64,3284

2111	400	43,343	10,8358	10,4805	53,8235
2098	160	27,683	17,3019	5,16801	32,851
2887	100	33,472	33,472	4,23088	37,7029
2886	250	39,967	15,9868	7,67935	47,6464
2885	100	33,472	33,472	4,23088	37,7029
Чамъ	5728	824,805	417,763	180,141	1005,05

Чи тавре, ки аз чадвали 1 маълум аст, дар чашмак №15 22 адад зеристгоҳҳои трансформатории 6–10/0,4 кВ пайваस्त мебошанд, тавоноии умумии онҳо ба 5728 кВА баробар аст. Мувофиқи таҳлил тавоноии интиқоли дар чашмаки №15 $S_{Я}=1150,45$ кВА мебошад. Тавоноии истеъмоли бошад дар чашмак ба $СПОТ=824,805$ кВА баробар аст, ки нисбат ба тавоноии интиқолшуда фарқи ятро пайдо мекунад ва ин қимати ҳосилшуда талафот муқаррар карда мешавад (муодилаи 1).

Аз чадвали 1 истифода бурда, талафотро дар шабакаҳои барқӣ муайян менамоем:

$$\Delta S_{\text{СЕТЬ}} = S_{Я} - S_{\text{ПОТ}}, \quad (1)$$

$$\Delta S_{\text{СЕТЬ}} = 1150,45 - 824,805 = 325,645 \text{ кВА}$$

дар ин ҷо $S_{Я}$ – тавоноии интиқолшуда, кВА; $СПОТ$ – тавоноии истеъмолишуда бо назардошти талафот дар шабака, кВА.

Шабакаи барқӣ аз ду элементи асосӣ иборат аст: ХИБ ва зеристгоҳи барқӣ – трансформатор. Ҳангоми интиқол вобаста ба омилҳои дар расми 1 оварда шуда (талафоти техникӣ) талафоти таво-

ноӣ ва нерӯи барқ дар ҷӯзҳои шабакаҳои барқӣ ба вучуд меояд.

Мувофиқи чадвали 1 талафоти тавоноӣ дар зеристгоҳҳои трансформаторие, ки дар чашмак пайваस्त мебошанд, ба $\Delta S_{\text{ТР}} = 180,14$ кВА баробар аст, ки асоси он талафоти борӣ ва гашти холи мебошад.

Талафоти техникӣ дар трансформаторҳои чашмак бо ифодаҳои зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta P_{\text{ТР}} = \Delta P_{\text{ХХ}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot K_{\text{ЗТ}}, \quad (2)$$

$$\Delta Q_{\text{ТР}} = \Delta Q_{\text{ХХ}} + \Delta Q_{\text{КЗ}} \cdot K_{\text{ЗТ}}, \quad (3)$$

$$\Delta S_{\text{ТР}} = \sqrt{\Delta P_{\text{ТР}}^2 + \Delta Q_{\text{ТР}}^2}, \quad (4)$$

дар ин ҷо $\Delta P_{\text{КЗ}}$, $\Delta P_{\text{ХХ}}$ – талафоти тавоноии фаъоли борӣ ва гашти холии трансформатор, кВт; $\Delta Q_{\text{КЗ}}$, $\Delta Q_{\text{ХХ}}$ – талафоти тавоноии ғайрифаволи борӣ ва гашти холии трансформатор, кВАр.

Аз ифодаҳои 2, 3 ва 4 истифода бурда, вобаста ба зарифи пурборӣ талафоти тавоноӣ ҳисоб намуда, натиҷаи ҳисобро дар чадвали 2 қайд менамоем.

Чадвали 2.

Талафоти техникӣ тавоноӣ дар зеристгоҳҳои трансформаторӣ

№ ЗТ	$S_{\text{ТР}}$ кВА	$K_{\text{ЗТ}}$ %	$\Delta P_{\text{ТР}}$ кВт	$\Delta Q_{\text{ТР}}$ кВАр	$\Delta S_{\text{ТР}}$ кВА
Чашмаки №15, Зеристгоҳи Кӯшонӣ					
2010	400	10,8358	1,64597	10,3504	10,4805
2735	400	10,8358	1,64597	10,3504	10,4805
2120	320	12,2931	2,34619	21,3636	21,492
2234	250	12,8004	1,29362	7,19005	7,30549
2731	400	10,8358	1,64597	10,3504	10,4805
2113	250	12,8004	1,29362	7,19005	7,30549

2233	250	15,9868	1,41151	7,54852	7,67935
2201	250	15,9868	1,41151	7,54852	7,67935
2186	250	15,9868	1,41151	7,54852	7,67935
2187	160	17,3019	0,9185	5,08574	5,16801
2817	25	45,256	0,40154	1,30913	1,36933
2759	100	33,472	1,0194	4,10624	4,23088
2228	400	10,8358	1,64597	10,3504	10,4805
2150	400	13,345	1,78398	10,8021	10,9484
2815	63	43,9413	0,97518	4,1311	4,24464
2153	400	10,8358	1,64597	10,3504	10,4805
2009	400	13,345	1,78398	10,8021	10,9484
2111	400	10,8358	1,64597	10,3504	10,4805
2098	160	17,3019	0,9185	5,08574	5,16801
2887	100	33,472	1,0194	4,10624	4,23088
2886	250	15,9868	1,41151	7,54852	7,67935
2885	100	33,472	1,0194	4,10624	4,23088
Чамъ	5728		30,2951	177,575	180,141

Талафоти тавоноиро дар ХИБ муайян менамоем:

$$\Delta S_{\text{ЛЭП10}} = \Delta S_{\text{СЕТЬ}} - \Delta S_{\text{ТР}}, \tag{4}$$

$$\Delta S_{\text{ЛЭП10}} = 325,645 - 180,14 = 145,5 \text{ кВА},$$

Натиҷаи ҳисоби талафоти чузъҳои шабакаро дар ҷадвали 3 қайд менамоем.

Ҷадвали 3.

Натиҷаи талафот дар чузъҳои шабака

Бузургии талафот	Чашмаки №1
$\Delta S_{\text{ТР}}, \text{кВА}$	180,14
$\Delta S_{\text{ЛЭП6}}, \text{кВА}$	145,5
$\Delta S_{\text{СЕТЬ}}, \text{кВА}$	325,645

Мувофиқи таҳлилҳо дар шабакаи шиддати 6-10 кВ (чашмаки №15) талафоти тавоноӣ ва нерӯи барқ дар умум 28,3 % - ро ташкил медиҳад.

Чорабиниҳо оиди кам кардани талафот дар шабакаҳои барқии шиддати 6-10/0,4 кВ.

Кам кардани талафоти нерӯи барқ ҳангоми интиқол ва тақсимот вазифаи муҳими ташкилотҳои таъминкунандаи барқ ва яке аз самтҳои асосии сарфаи нерӯи барқ мебошад.

Дар натиҷаи санҷиш маълум гардид, ки сабаби асосии талафот дар шабакаҳо,

аниқтар дар объекти таҳқиқшуда инҳо мебошанд:

- ба талабот ҷавобгӯ набудани ҳолати техникий элементҳои шабакаи барқӣ;
- нобаробарии бори барқӣ дар фазаҳо;
- ҷуброн нашудани тавоноии ғайрифазол;
- кам будани шиддати шабака;
- ҷой доштани гирехҳо дар ХИБ, ки аз тарафи истемолкунандаҳо худсарона иҷро мешавад;
- мувофиқат накардани буриши ноқилҳо ва ғ;

Ҳамаи ин камбудиҳои ҷойдошта боиси талафоти зиёдати тавоноӣ ва нерӯи барқ гардидааст.

Барои кам кардани талафот чунин ҷорабиниҳо гузаронида шаванд:

– шабакаҳои барқӣ таҷдид ва азнавсозӣ карда шаванд;

– васли трансформаторҳо дар маркази бор;

– истифодаи таҷҳизоти танзимкунандаи шиддат (РПН ва ПБВ) дар трансформаторҳо;

– ивази ноқилҳои кӯҳнашудаи ХИБ ба ноқилҳои нав;

– нест кардани гирехҳои ба талабот ҷавобгунабуда.

Адабиёт:

1. Герасименко А.А., Ветин В.Т. Передача и распределение электрической энергии: Издательский проект. 2008.

2. Мясоедов Ю.В., Мясоедова Л.А., Подгурская И.Г. электроснабжение городов – часть 1: Издательство АмГУ. 2014.

3. Методические рекомендации по определению потерь электрической энергии в городских электрических сетях напряжением 6 – 10 /0,4 кВ: ЗАО «АСУ МАСОБЛЭЛЕКТРО».

4. Железко Ю.С. Потери электроэнергии реактивная мощность качество электроэнергии: Москва, ЭНАС. 2009.

5. Картешев И.И., Шамонов Р.Г., Шаров Ю.В. Управление качеством электроэнергии: Москва. Издательский дом МЭИ. 2017.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ, ФАКТОРОВ И ИХ СНИЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 кВ

Абдуназаров С.С., Хакимов Д.Ш., Сафаров М.М., Улфатов С.Э.

Аннотация: В данной статье представлена информация о технических потерях в электрических сетях 6-10 кВ. Как известно, мощность и электроэнергия теряется при передаче и использовании. В статье рассмотрены различные факторы, вызывающие избыточные потери мощности и энергии, а также меры по их снижению. Проведен анализ по определению технических потерь мощности и электроэнергии в ячейке №15 подстанции Кушониён. По результатам анализа были определены все необходимые данные, ставшие причиной потери.

Ключевые слова: потери мощности, структура потерь, электрические сети 6-10 кВ, анализ потерь, факторы потерь.

ANALYSIS OF LOSSES, FACTORS AND THEIR REDUCTION IN ELECTRICAL NETWORKS WITH VOLTAGE 6-10 kV

Abdunazarov S.S., Khakimov D.Sh., Safarov M.M., Ulfatov S.E.

Annotation. This article provides information on technical losses in 6-10 kV electrical networks. As we know, power and electricity are lost during transmission and use. The article discusses various factors that cause excess power and energy losses, as well as measures to reduce them. An analysis was carried out to determine the technical losses of power and electricity in cell №15 of the Kushoniyon substation. Based on the results of the analysis, all the necessary data that caused the loss was identified.

Keywords: power and electricity losses, loss structure, 6-10 kV electrical networks, loss analysis, loss factors.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Абдуназаров Сунатулло Сабзаалиевич – номзади илмҳои техники, муҳандиси пешбари шуъбаи тақсимот ва талафоти нерӯи барқи филиали ЦСК «ШТБ» дар ш. Бохтар. Тел: (992)919522649, E-mail: abdunazarov2017@mail.ru

Ҳақимов Дилшод Шодиевич – номзади илмҳои техникии, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел: (+992)988666833. E-mail: dilshod.hakimov92@mail.ru.

Сафаров Маҳмадҷобир Маҳмуродович – саромӯзгори кафедраи таъминоти барқ ва бехатарии электрикии Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон. Тел: (992)938301630.

Улфатов Сухробҷон Эмомалиевич – ассистенти кафедраи таъминоти барқи Донишгоҳи давлатии Данғара Тел: (992)987381264. E-mail ulfatov.96@mail. Донишгоҳи давлатии Данғара. Тел: (992)987381264. E-mail ulfatov.96@mail.ru

Сведения об авторах:

Абдуназаров Сунатулло Сабзаалиевич – кандидат технических наук, ведущий инженер отдела распределения и потерь электроэнергии филиал ОАО «ШТБ» в г. Бахтар. Тел: (992)919522649. E-mail: abdunazarov2017@mail.ru

Ҳақимов Дилшод Шодиевич – кандидат технических наук, Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими. Тел: (+992)988666833. E-mail: dilshod.hakimov92@mail.ru

Сафаров Маҳмадҷобир Маҳмуродович – старший преподаватель кафедры электроснабжения и электробезопасности Института энергетикӣ Таджикистана. Тел: (992)938301630.

Улфатов Сухробҷон Эмомалиевич – ассистент кафедры электроснабжения

Дангаринского государственного университета. Тел: (992)987381264. E-mail ulfatov.96@mail.ru

Information about the authors:

Abdunazarov Sunatullo Sabzaalievich – candidate of technical sciences, leading engineer of electricity distribution and loss department Branch of the OJSC "ShTB" in Bakhtar. Tel: (992)919522649, E-mail: abdunazarov2017@mail.ru

Hakimov Dilshod Shodievich – candidate of Technical Sciences, Tajik Technical University. acad. M.S. Osimi. Phone: (+992) 988-66-68-33. E-mail: dilshod.hakimov92@mail.ru.

Safarov Makhmadjobir Makhmurodovich – senior lecturer at the department of electrical supply and electrical safety of the Institute of energy of Tajikistan. Tel: (992)938301630.

Ulfatov Sukhrobjon Emomalievich – assistant at the department of electricity supply, Dangara State University. Tel: (992)987381264. E-mail ulfatov.96@mail.ru.

БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ РУСЛОВЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Фазылов А.Р.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация. *Нарушения в работе гидротехнических сооружений, провоцируют возникновение чрезвычайных ситуаций, приводящие к неисчислимым материальным, экологическим, социальным бедствиям, а в некоторых случаях, к сожалеению, становятся причиной человеческих жертв. Одним из основных проблем в области эксплуатации гидротехнических сооружений является их безопасность, которая должна поддерживаться строгим соблюдением правил и режима эксплуатации, своевременным проведением профилактического и капитального ремонта, а также обучением персонала. В настоящее время большинство гидротехнических сооружений страны не имеют декларацию безопасности, в том числе и комплекс гидротехнических сооружений Кайрак-кумской ГЭС.*

Ключевые слова: *водохранилище, гидротехнические сооружения, надежность, безопасность, критерии, «Бахри Точик», наблюдения, эксплуатация, декларация безопасности.*

Роль водохранилищ, в нынешних условиях напряженного водохозяйственного баланса Центрально-Азиатского региона, по комплексному перераспределению естественного стока во времени и по территории, с учетом интересов, как водопользователей так, и водопотребителей с каждым годом возрастает. Создание водохранилищ ведет к изменению: гидрологического режима водотоков; микроклимата прилегающей территории; рельефа местности; среды обитания животных и др., а также инфраструктура территории. Последствия создания водохранилищ многообразны, а их взаимодействия с окружающей средой имеют различные пространственные масштабы [1,2].

Особое место в водохозяйственной инфраструктуре занимают гидротехнические сооружения (ГТС) и в частности большие плотины. Согласно классификации Международной Комиссии по большим плотинам к ним относятся плотины высотой 15 метров и выше, а также плотины от 5 до 15 метров, образующие водохранилище, объемом не менее 3 млн. м³.

ГТС способствуют решению комплексного использования водных ресурсов, в том числе обеспечение питьевого,

промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, ирригации и гидроэнергетики, рыболовства и судоходства, рекреации и экологической устойчивости, а также значимым элементом общей системы развития инфраструктуры, содействуют национальному и региональному развитию.

Водохозяйственная инфраструктура Центральной Азии (ЦА) это сотни водохранилищ, плотин, оросительных систем и насосных станций, множества каналов и десятков гидроузлов комплексного назначения, в том числе самая высокая в мире Нурекская каменно-набросная плотина (300 м.) на р. Вахш в Таджикистане, и один из самых длинных в мире каналов - Каракум-река (более 1100 км). Из имеющихся в регионе более 1200 плотин, 110 относятся к разряду крупных гидротехнических сооружений.

В ЦА эксплуатируются 16 водохранилищ с емкостью более 1 км³: в Узбекистане - 6, в Казахстане - 4, в Туркменистане - 2, в Таджикистане - 2, в Афганистане - 1, предназначенные для производства гидроэлектроэнергии, орошения, водоснабжения и борьбы с наводнениями (табл. 1.).

Водохранилища в ЦА ёмкостью более 1 км³ [3].

№	Водохранилище	Страна	Река, канал	Бассейн	Год ввода	Объем км ³	Использование
1.	Бухтарма	<i>РК</i>	Иртыш	Обский	1960	49.6	И, Г, В, З
2.	Токтогул	<i>КР</i>	Нарын	Нарынский	1974	19.5	Г
3.	Капшагай	<i>РК</i>	Или	Балхаш./Алаколь	1970	18.6	И, Г, В
4.	Нурек	<i>РТ</i>	Вахш	Амударьинский	1980	10.5	И, Г, В, З
5.	Туямуюн	<i>РУз</i>	Амударья	Амударьинский	1980	7.8	И, Г, З
6.	Чардарья	<i>РК</i>	Сырдарья	Сырдарьинский	1968	5.2	И, Г, В, З
7.	Бахри Точик	<i>РТ</i>	Сырдарья	Сырдарьинский	1959	4.2	И, Г
8.	Шулба	<i>РК</i>	Иртыш	Иртышский	1988	2.4	И, Г, В, З
9.	Зейд	<i>Туркм</i>	Каракум	Амударьинский	1986	2.2	И, В
10.	Чарвак	<i>РУз</i>	Чирчик	Сырдарьинский	1977	2.0	И, Г
11.	Андижан	<i>РУз</i>	Карадарья	Сырдарьинский	1978	1.9	И
12.	Талимарджан	<i>РУз</i>	Амударья	Амударьинский	1985	1.5	И
13.	Пачкамар	<i>РУз</i>	Гузор	Амударьинский	1961	1.5	И
14.	Достлук	<i>Туркм</i>	Теджен	Тедженский	2004	1.3	И, Г, В, З
15.	Тудакул	<i>РУз</i>	Тудакуль	Амударьинский	1983	1.2	И
16.	Каджаки	<i>Афг.</i>	Гильменд	Гильмендский	1953	1.2	И, Г
	Центральная Азия	РК-Республика Казахстан; КР-Кыргызская Республика; <i>Туркм.</i> -Туркменистан; <i>РТ</i> - Республика Таджикистан; <i>РУз</i> -Республика Узбекистан; Афг.-Исламская республика Афганистан.				130.6	
И - ирригация; Г - гидроэнергетика; В - водоснабжение; З - защита от наводнения							

Следует отметить, что в целом современное состояние водохозяйственной инфраструктуры требует ее технического улучшения и модернизации. К основным факторам отнесены: ГТС различного назначения и класса построенные ещё в прошлом столетии; длительная эксплуатация без реконструкции и ремонта ведущие к повышенной аварийной опасности; не надлежащее финансирование; отсутствие должного контроля за использованием ГТС; безхозные ГТС; большинство собственников не располагают достаточными средствами поддержания в исправном состоянии ГТС и т.д. Особое беспокойство вызывает состояние и качество эксплуатации многочисленных низконапорных (малых) ГТС, наиболее широко используемых в отраслях экономики.

Нарушения в работе ГТС, особенно крупных, приводят к чрезвычайным ситуациям, приводящие к неисчислимым материальным, экологическим, социальным бедствиям, а в некоторых случаях, к сожалению, становятся причиной человеческих жертв. Печальными примерами последнего десятилетия являются аварии, происшедшие в регионе - прорыв Кызылагашской плотины (10.03.2010г.); прорыв плотины Кокпектинского водохранилища (31.03.2014 г.); прорыв дамбы Сардобинского водохранилища (01.05.2020г.) [4].

В водохозяйственный комплекс входят водный фонд и водохозяйственная инфраструктура - русловые ГТС обеспечивающие регулирование и территориальное перераспределение стока, а также воспро-

изводство водных ресурсов; ГТС защиты от вредного воздействия вод; группа ГТС технолого-биологического социально-гигиенического водопользования, а также очистки и отвода сточных вод. Функционально - это элементы водообеспечения, водопотребления и водопользования.

В настоящее время в Республике Таджикистан (РТ) функционируют более

7099 ГТС различного назначения, в том числе эксплуатируются 36 крупных гидротехнических сооружений, около 350 ирригационных водозаборных сооружений средней мощности [5].

В таблице 2. Приведены основные характеристики крупных гидроузлов [6].

Таблица 2.

Крупные гидроузлы Таджикистана

№	Название гидроузла	Год ввода, образования	Река	Назначение	Тип плотины	Высота, м	Класс капитальности
1.	Рогунский	Стр.	Вахш/А	И,Э,р,В	К/Н	335	I
2.	Нурекский	1983	Вахш/А	И,Э,В, р	К/Н	300	I
3.	Сангтудинский -1	2008	Вахш/А	И,Э,В	К/Н	75	II
4.	Байпазинский	1989	Вахш/А	И,Э,р,с	К/НАБ	75	II
5.	Каттасайский	1966	Каттасай/С	И,с,р,В	З	55	II
6.	Даганасайский	1983	Даганасай/С	И,В,с	З	50	II
7.	Муминабадский	1965	Обисурх/А	И,В,р	З	44	II
8.	Головной (Сарбанд)	1962	Вахш/А	И,Э,В, р	З	32	II
9.	Сангтудинский -2	2013	Вахш/А	И,Э,В	К/Н	34	II
10.	Кайракумский	1956	Сирдарья	И,Э,р,рб	З	28	II
11.	Фархадский	1948	Сирдарья	И,Э,р,В	Д.	27.5	II
12.	Завальная плотина Усой	1911	Мургаб/А	-	К/Н	567	

Условные обозначения. Назначение: И – ирригация; Э – энергетика; В- водоснабжение. Сопутствующие: р - рекреация, с - селезащита, рб - рыборазведение. Река: А - Амударья; С - Сырдарья; Конструкция плотины: К - каменная; Н - насыпная; НАБ - набросная; З - земляная; Д - деривационная.

Одним из основных проблем в области эксплуатации ГТС является обеспечение их безопасности, которая должна поддерживаться строгим соблюдением правил и режима эксплуатации, своевременным проведением профилактического и капитального ремонта, а также обучением персонала. Имеются факты снижения показателей эксплуатационной надежности ГТС, несвоевременной оценки состояния и отсутствия планов мероприятий по обе-

спечению их безопасности. Не получают должного развития превентивные меры по предупреждению аварийных ситуаций и противодействию чрезвычайным ситуациям на водохозяйственных объектах [7].

Следовательно, обеспечение безопасности ГТС может быть достигнуто решением следующих основополагающих задач: государственное нормативно - правовое регулирование; систематический мониторинг и оценка технического

состояния ГТС; проведение своевременных текущих и капитальных ремонтов, реконструкции и модернизации оборудования сооружений либо консервацию и ликвидацию; систематический надзор за соблюдением норм, правил и технических регламентов безопасности ГТС на стадии их проектирования, строительства и эксплуатации; системное и качественное планирование и реализация превентивных мер, обеспечивающих техническое состояние ГТС согласно нормативным требованиям; своевременное и в достаточном объеме финансовое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации объектов водного хозяйства; проектное обеспечение всех процессов; наличие подготовленных кадров; качественное обучение и повышение квалификации персонала организаций, участвующих в выполнении мероприятий по обеспечению безопасности ГТС.

ГТС показали сравнительную высокую надежность и долговечность - многие из них эксплуатируются десятки и даже сотни лет. Однако мировая статистика свидетельствует, что исключить возможность повреждения и разрушения гидротехнических сооружений нельзя.

Среди причин повреждения ГТС большое значение в последнее время приобрели социально-экономические. Серьезную угрозу для ГТС представляют стихийные и антропогенные факторы, а также ряд факторов организационного характера. Разрушение ГТС и водохранилищ представляет угрозу населению, природным и хозяйственным объектам, инфраструктуре и др. Рост опасности повреждения и разрушения ГТС заставляет обратить внимание на проблему их безопасности.

Безопасность гидротехнических сооружений - свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных субъектов [8].

Основные виды безопасности: Социальная - способность ГТС не допускать наступления событий и состояний, могущие создавать угрозы для эксплуатационного персонала и населения; Техническая - надежность ГТС при аварийных воздействиях; Экологическая - способность ГТС не допускать наступления событий и состояний, которые могут создавать угрозы для экосистем, отдельных представителей флоры и фауны, ареалов их обитания, среды жизнедеятельности человека.

Современные исследования по обеспечению безопасности при эксплуатации ГТС предполагают последовательное решение комплекса мероприятий: оценка технического состояния ГТС; изучение различных сценариев ремонта: выборочного, капитального или комплексной реконструкции; технико-экономическое обоснование оптимального варианта восстановления эксплуатационной пригодности; разработку и согласование проектных решений с учетом требований технических регламентов [9].

Водохранилища становятся не только элементом ландшафта, в качестве азонального образования превращаются в один из элементов процесса стока. Принятие решения о дальнейшей их эксплуатации должно быть обосновано технико-экономическим анализом. В настоящее время одним из основных направлений в области эксплуатации водохранилищ в РТ является также их реконструкция, с учетом гидрогеологических условий, сейсмические воздействия и др, а также особенностей организации эксплуатационного процесса обуславливающие неповторимость технических и технологических решений.

Одним из существенных достижений стратегических целей Правительства Республики Таджикистан является реконструкция и обновление гидроэлектростанций «Нурек», «Сарбанд» и «Кайраккум».

Модернизация (в настоящее время продолжается) Кайраккумской ГЭС финансируется в рамках проекта "Модернизация Кайраккумской ГЭС с целью повышения устойчивости к изменениям климата". Общая сумма проекта составляет 196 млн. долларов США.

Кайраккумская ГЭС расположена на реке Сырдарья, в городе Гулистане. В 2016 году г. Кайраккум был переименован в г. Гулистон, а Кайраккумское во-

дохранилище получило название "Бахри Точик" (Таджикское море). ГЭС это низконапорная плотинная русловая ГЭС со зданием ГЭС, совмещённым с водосбросными сооружениями и входящая в Нарын-Сырдарьинский каскад ГЭС, предназначенная для выработки электроэнергии и обеспечения водой зоны орошения (Рисунок 1). Собственник Кайраккумской ГЭС - ОАХК «Барки Точик».

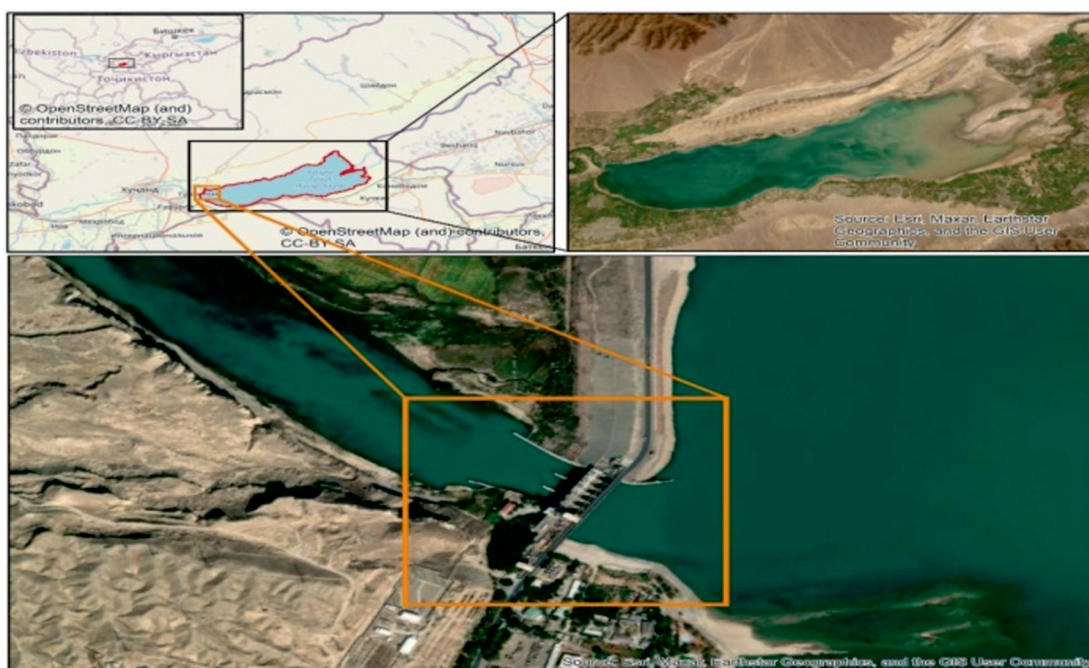


Рисунок 1. Расположение водохранилища «Бахри Точик» на карте

Гидротехнические сооружения Кайраккумской ГЭС

Глухая земляная плотина состоящая из двух участков: правобережного и левобережного, сопрягается с бетонной раздельной стенкой водосливной плотины, а справа - с правым берегом реки. В соответствии с «ГНиП РТ 33-02-2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования» [10] отнесена к III классу ГТС.

Водосбросные сооружения. Выпуск воды из водохранилища осуществляется 6 водовыпусками шириной 12 м каждая, регулирующие шандорами, управляемые краном. Отверстия водослива оборудова-

ны двумя рядами затворов - ремонтными (6 шт.) и рабочими (6 шт.), а на турбинных водоводах установлены плоские глубинные затворы. Назначение водоспуска: сброс через турбины 1080 м³/с и сброс катастрофических расходов - около 3960 м³/с воды. Бетонная водосливная в соответствии с [10] относится к III классу ГТС. Гидроэлектростанция. Водосливная плотина размещена у левого берега реки и сопрягается со зданием массивным устоем. На ГЭС установлено 6 гидроагрегатов, каждый 26,3 тыс. кВт, в отдельном помещении под водосливом. Над генераторными помещениями устроен поверхностный водослив общим фронтом 72 м

для пропуска расчетного расхода 3960 м³/сек при отметке МПГ - 348.35м. Дамбы обвалования расположены на левом берегу водохранилища (Гулистанский-10,8 км и Махрам-Канибадамский -16,6 км.) обеспечивают защиту от затопления сельскохозяйственные земли и дренажные сооружения, благоустройства береговой линии водохранилища в пределах культурной территории. (Рисунок 2.). Насосные станции. В качестве водозаборных

сооружений из водохранилища Бахри Точик и р. Сырдарья используют насосные станции, для орошения земель (150586 га.) расположенные на высоких отметках по правому и левому берегу водохранилища и реки. Общая производительность насосных станций - 244,64 м³/с (Рисунок 3,4.). В устьевые сооружения коллекторов и саев, откуда дренажные и паводковые воды (582 млн. м³) сбрасываются в водохранилище.



Рисунок 2. Защитная дамба обвалования водохранилища «Бахри Точик»



Рисунок 3. Мелиоративные Н/станции



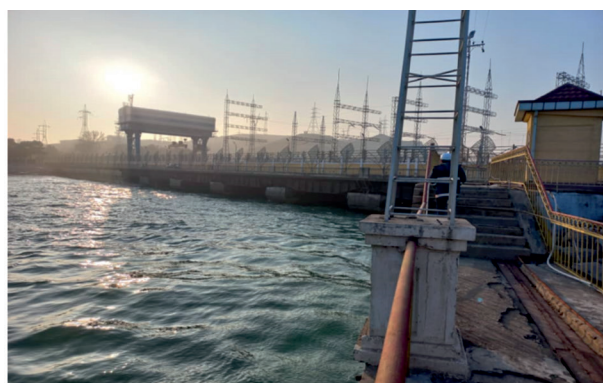
Рисунок 4. Ирригационные Н/станции

С целью изучения и оценки состояния безопасности ГЭС, с 17 по 21 января 2024 г. был реализован полевой выезд (Фазылов А.Р. и Хашимов М.О.) и осуществлен визуальный (пеший обход) и мониторинг отдельных элементов комплекса сооружений Кайраккумской ГЭС.

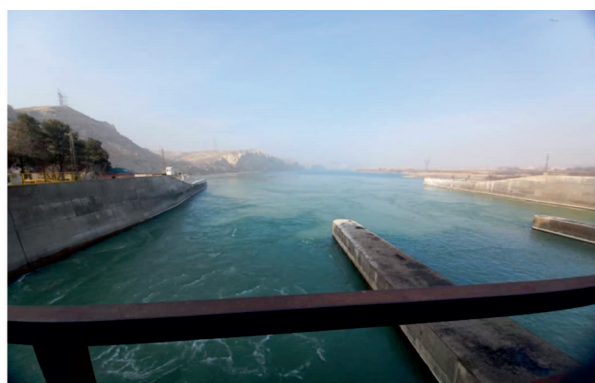
Выражается искренняя признательность Региональному проекту USAID по водным ресурсам и окружающей среде, Министерству энергетики и водных ресурсов РТ, ОАХК “Барки Точик” а также

руководству Кайраккумской ГЭС за организацию полевой работы.

В процессе полевого выезда был осуществлен осмотр напорного фронта в верхнем бьефе, в том числе состояние крепления его откоса (Рисунок 5 А,В,Г) и нижнего бьефа (водобойный колодец и направляющие стенки) при работе двух турбин (Рисунок. 5Б). Особое внимание было уделено состоянию бетона напорных и водосливных граней сооружений и в зоне колебаний уровня воды.



(А)



(Б)



(В)



(Г)

Рисунок 5. А - Верхний бьеф гидроузла; Б - Нижний бьеф гидроузла;
В, Г - состояние крепление верхового откоса грунтовой плотины.

При осмотре не обнаружен разуплотненный бетон, раковины, трещины. Был осуществлен осмотр состояния бетона в местах отрыва от него потока воды (пазах в водосбросных пролетах, шероховатых

поверхностях на водосливах, гасителях энергии на водосбросных сооружениях), подверженных кавитационным повреждениям.

Визуальный осмотр верхнего бьефа позволил подтвердить факт устойчивой и надежной работы элементов напорного фронта, в том числе хорошее состояние крепления верхового откоса.

В процессе обследования особое внимание было также уделено состоянию намывной грунтовой плотины. При визуальном наблюдении обращалось внимание на:

1. Состояние:- Откосов и гребня плотины (Рисунок 6. А, Б, В, Г; Рисунок 7 А,Б);

- Креплений откосов и гребня плотины (разрушение креплений, просадка, оползание, раскрытие швов и деформации плит креплений) (Рисунок 7.);



(А)



(Б)



(В)



(Г)

Рисунок 6. А, Б, В - низовой откос; Г - гребень плотины

- Водосборных кюветов на низовом откосе, бермах и прилегающей территории (повреждение облицовок, заиление,

зарастание); ГТС (береговые и направляющие стенки, водоскатов, водобойного колодца и т.д.) в нижнем бьефе;



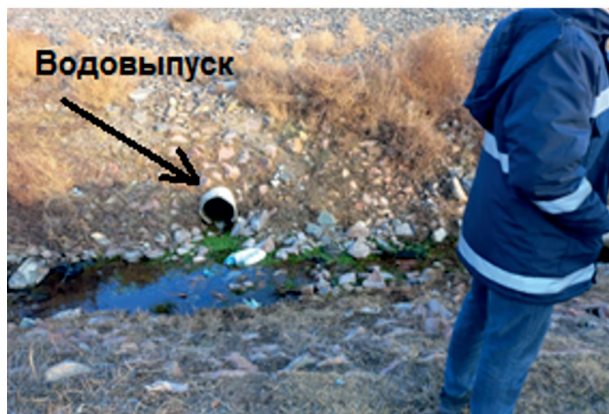
(А)



(Б)

Рисунок 7. А: 1- Гребень плотины; 2-Верховой откос и его крепление; 3-водохранилище (верхний бьеф гидроузла). Б: 1-Низовой откос и его крепление; 2-пъезометры; 3-Гребень плотины.

- Водовыпусков из закрытых дренажных устройств (целостность, проточность) (Рисунок 8.А);



(А)

- Отводящих фильтрационных вод канав (Рисунок 8.Б).



(Б)

Рисунок 8. Водовыпуск из закрытых дренажных устройств и водоотводящая канава для отвода фильтрационных вод

2. Появление: на низовом откосе плотины и в береговых ее примыканиях выходов фильтрационных вод или мокрых пятен; выходов воды или просадочных воронок в примыкании грунтовой плотины к бетонным сооружениям; выходов воды из основания в нижнем бьефе плотины; мутности в фильтрующейся воде.

3. Размывы: откосов и берегов;

4. Солифлюкция (оползание): откосов плотины и береговых примыканий.

По длине канавы отвода фильтрационного потока устроены 4 измерительных поста с рейками: два водослива Чиполетти и два водослива САНИИРИ (ВЛС). Водослив Чиполетти (ВЧ)ВЧ - 50 (Рисунок 9А) и водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС) (Рисунок 9Б).



(А)



(Б)

Рисунок 9. Водослив для измерения расхода фильтрационных вод.

Установленный по водосливам расход фильтрационной воды составляет 75л/сек

Обеспечение устойчивости, надежной эксплуатации и безопасности намывной грунтовой плотины достигается за счет постоянного наблюдения за фильтраци-

онным режимом в теле, в основании и в обход плотины, с помощью установленных пьезометров (Рисунок 10.). На обследованной плотине Кайраккумской ГЭС

(по информации гидротехнической группы) установлено: в соответствии с проектом было установлено 66 пьезометров; по состоянию на 17-18 января 2024 г. в рабо-

чем состоянии находятся 52 пьезометра; в соответствии с проектом реконструкции Кайраккумской ГЭС, заменены 17 пьезометров.

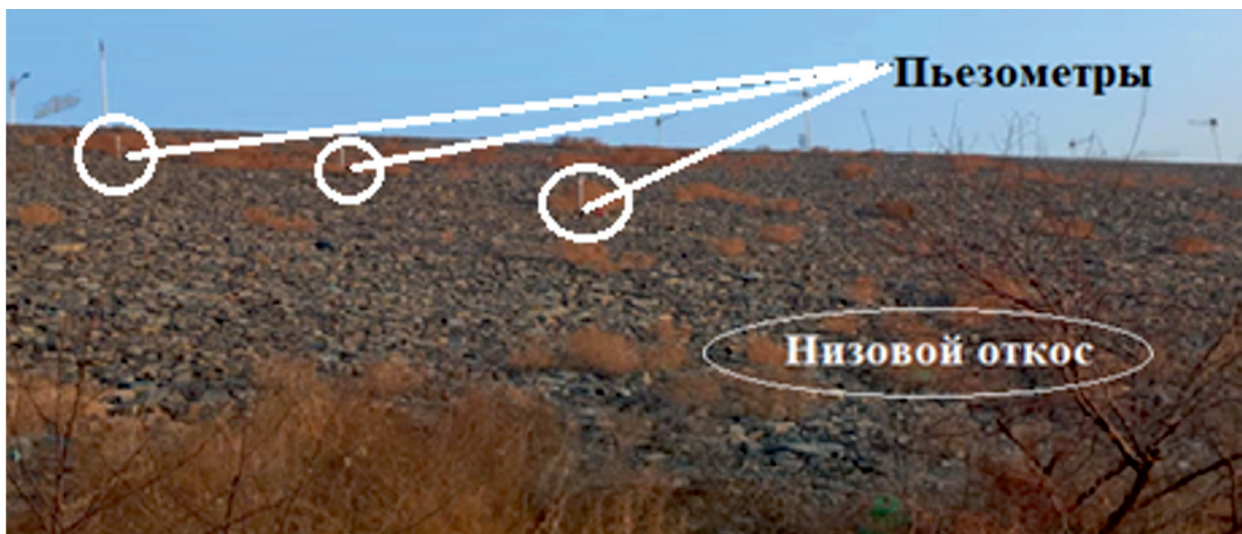


Рисунок 10. Пьезометры на низовом откосе

В результате визуальных наблюдений выявлено: на низовом откосе плотины и в береговых ее примыканиях выходов фильтрационных вод или мокрых пятен не установлено.

Водосбросы расположены над гидроагрегатами, включают в себя шесть пролётов шириной по 12 м, перекрываемых плоскими затворами. (Рисунок 11,12).

В процессе обследования осуществлен визуальный осмотр, гидропост «Кызыл-кишлак» (в нижнем бьефе), который в

автоматическом режиме передает информацию об уровне воды в областной гидрометцентр. Вместе с тем здесь же, на берегу установлена стационарная рейка для визуального определения уровня воды (Рисунок 13).

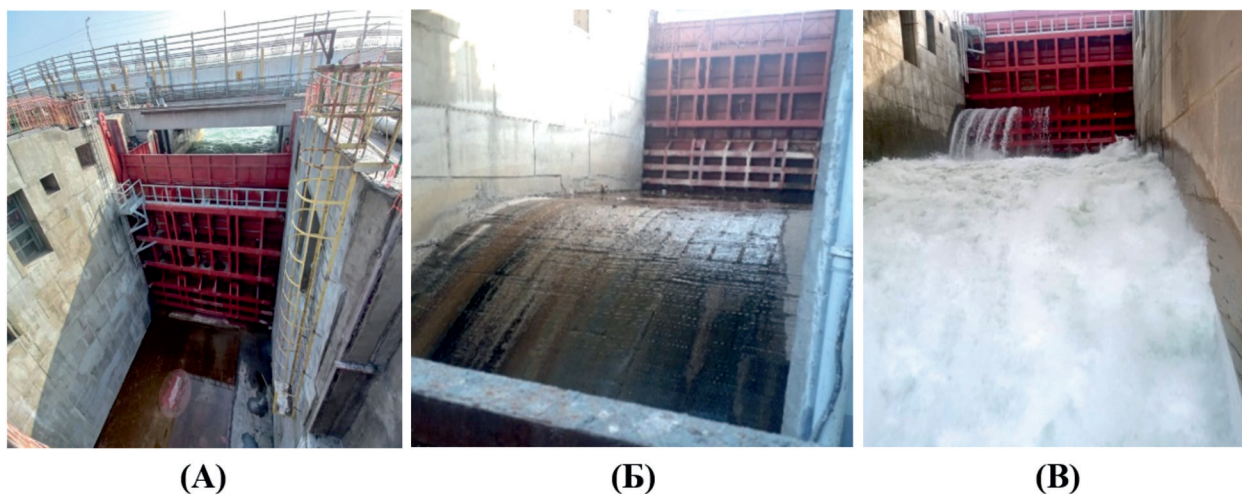


Рисунок 11. А - Водосбросной пролет в процессе реконструкции; Б - Затвор и водоскат водосбросного пролета (в ремонте); В-Сброс расхода при превышении отметки в верхнем бьефе более 347.5м. (06.02.2024г.)

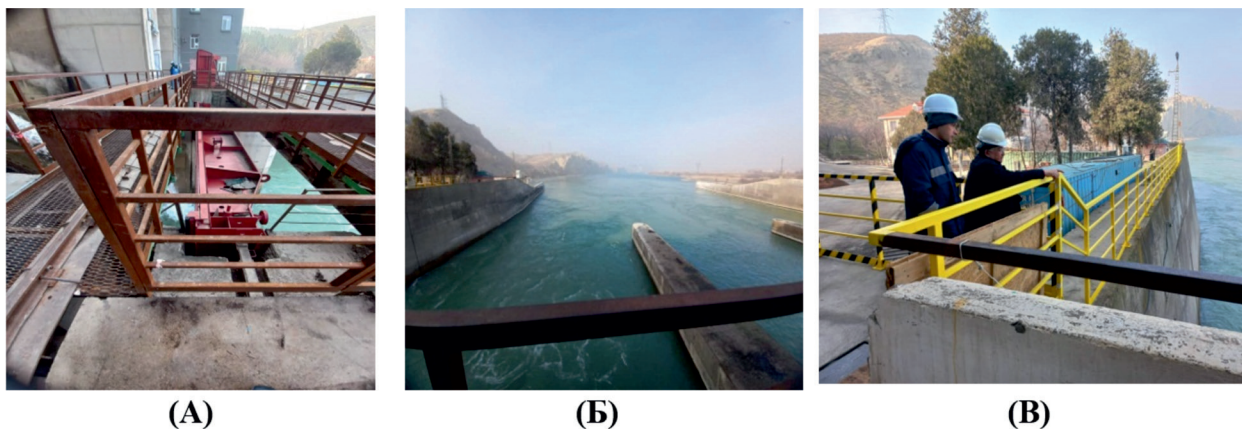


Рисунок 12. Водосбросной пролет в работе (верхний бьеф); Б - Действующий водосбросной пролет бетонной плотины (нижний бьеф); В – нижний бьеф водосбросного пролета.



Рисунок 13. Гидропост «Кызылқишлак». А- Система автоизмерения уровня; Б- Стационарная рейка

Полученные результаты позволили разработать перечень мероприятий обеспечивающие безопасную эксплуатацию всего комплекса ГТС Кайраккумской ГЭС и руслового водохранилища «Бахри Точик».

Безопасная эксплуатация ГТС водохранилища должна обеспечиваться разработкой следующих объектных, нормативных документов: Правила использования водохранилища; Пропуск паводка через створ ГЭС; Интенсивность наполнения и сработки водохранилища; Режим наполнения и периодической сработки; Наблюдение за комплексом ГТС во время прохождения паводка; Операции затворами водослива и эксплуатация затворов; Основная задача технической эксплуатации затвора; Обязанности водопользователей; Требования по использованию водохранилища; Санитарные требования к ис-

пользованию водохранилища; Контроль за состоянием и работой ГТС, в период эксплуатации; Организация контрольных натурных наблюдений; Организация общего осмотра (два раза в год - весной и осенью); Основные положения и методики визуальных наблюдений; Наблюдения за бетонными и железобетонными ГТС; Фильтрация через бетонные ГТС; Наблюдения за ГТС из грунтовых материалов; Ремонт земляных плотин и дамб; Фильтрация через тело плотины из грунтовых материалов; Наблюдения за работой дренажа и за фильтрацией в местах отдельных выводов воды в грунтовой плотине;

Наблюдения за уровнями воды в пьезометрах грунтовой плотины; Контроль состояния водохранилища и режимов водотока деформации русла в нижнем бьефе; Условия производства работ в нижнем бьефе плотины; Гидрологические посты, состав информации; Критерии безопасности ГТС; Организация надзора за безопасностью ГТС; Обязанности проектной организации; Обеспечение безопасности ГТС при экстремальных условиях; Пропуск паводков; Обеспечение безопасности ГТС в чрезвычайных и аварийных ситуациях; Ликвидация аварии на ГТС; Ремонт и реконструкция гидротехнических сооружений; Инженерно-сейсмометрические наблюдения; Порядок оповещения органов исполнительной власти, водопользователей, жителей об изменениях водного режима водохранилища или при возникновении ЧС.

В службу эксплуатации должна передаваться на хранение и использование следующая документация для ГТС построенных по рабочим проектам: полный комплект проекта водохранилища и его сооружений, а также всех рабочих чертежей, выданных в период строительства; исполнительные чертежи по всем сооружениям, а также акты на скрытые работы и промежуточную приемку отдельных сооружений; акты приемки, пусковых испытаний отдельных сооружений и видов оборудования; акт государственной комиссии о приемке водохранилища в

постоянную эксплуатацию; ситуационный план с нанесенными границами территории ГТС, охранной зоны в масштабе 1:25000, генеральный план гидроузла в масштабе 1:5000, планы и разрезы по сооружениям напорного фронта, ограждающим и защитным дамбам, план водохранилища, характерные продольные и поперечные разрезы гидротехнических сооружений и их оснований в масштабе 1:25000; кривые зависимости его объемов и площадей, сбросных расходов и уровней воды в верхнем бьефе; основные параметры водохранилища и характеристики водотока; инструкция по эксплуатации водохранилища в целом и по каждому сооружению в отдельности; паспорта всех сооружений, оборудований; план территории гидротехнического сооружения с прилегающими территориями, попадающими в зону затопления в случае прорыва напорного фронта, в масштабе и детализации, допустимого для открытого пользования; производственные и должностные инструкции работников эксплуатирующей организации; сведения об обучении работников эксплуатирующей организации безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, о проведении инструктажа по охране труда, о стажировке на рабочем месте, о проверке знаний требований охраны труда.

В целом, с учетом вышеизложенного следует отметить, что весь персонал комплекса ГТС Кайраккумской ГЭС, на профессиональном уровне обеспечивает безопасную эксплуатацию всех сооружений, в соответствии с существующими нормативно-правовыми актами, а также согласно, служебных инструкций.

Вместе с тем, следует иметь в виду, что:

- инженерно-сейсмометрическая служба на гидротехнических сооружениях Кайраккумской ГЭС отсутствует;
- в настоящее время гидротехнический комплекс сооружений Кайраккумской

ГЭС не имеет декларацию безопасности.

Закон «О безопасности гидротехнических сооружений», принятый еще в 2010 году [8], предусматривает обязательное декларирование безопасности гидротехнических сооружений страны. Тем не ме-

нее, до сих пор большинство ГТС страны таких деклараций не имеют. В том числе и комплекс ГТС Кайраккумской ГЭС [11].

Разработка декларации безопасности комплекса ГТС Кайраккумского водохранилища (вдх. «Бахри Точик»).

(Данный материал разработан при непосредственном участии директора Института безопасности гидротехнических сооружений России, д-р техн. наук, профессором, Заслуженным деятелем науки РФ, академиком РАЕН, экспертом РАН уважаемым Волосухиным В.А.)

Разработка декларации комплекса ГТС водохранилища «Бахри Точик» - должна выполняться службой эксплуатации комплекса ГТС с привлечением научной организации, имеющая высоко-

квалифицированных специалистов (доктора и канд. наук) и оборудование для выполнения многофакторных исследований.

Данный комплекс ГТС относится по проекту с большой вероятностью с I классу (чрезвычайно высокой опасности) и является длительно эксплуатирующимся и работает в каскаде водохранилищ (Токтогульское, Андижанское, Чарвакское и другие) по графику БВО «Сырдарья», обеспечивая водоподачу по реке Сырдарья для различных водопользователей в Таджикистане, Кыргызстане, Узбекистане, Казахстане, что накладывает высокую ответственность в обеспечении безопасности комплекса ГТС.

Продолжительность разработки комплекса документов декларации безопасности ГТС (многофакторные исследования (≈300 стр.), акт преддекларационных обследований (≈70 стр.), том I «Декларации безопасности ГТС» ≈ 500 стр., том II «Критерии безопасности ГТС» (≈200 стр.), том III «Пояснительная записка к критериям безопасности ГТС» (≈150 стр.), том IV «Расчет вероятного вреда...» (≈150...200 стр.) и других) будет составлять 18...24 месяца.

Службой эксплуатации комплекса ГТС (сотрудниками участка диагностики комплекса ГТС) должны быть представлены документы по всему жизненному циклу комплекса ГТС: изыскание, проектирование, строительство, годовые отчеты о работе комплекса ГТС, журналы ежедневных наблюдений за сбросным расходами, в динамике с уровнем воды в водохранилище, уровни грунтовых вод в пьезометрических створах, динамика по времени эксплуатации в годах изменения отметок гребня плотины по длине, данные последней высокоточной геодезической съемки, изменение физико-механических свойств грунтов плотины и основания и многие другие, влияющие на безопасность комплекса ГТС.

Сотрудники (≈7...10 человек) участка диагностики комплекса ГТС должны иметь базовое гидротехническое об-

разование, не реже одного раза в 5 лет проходить повышение квалификации по эксплуатации ГТС и иметь документы государственного образца, а также они должны сдать экзамены и иметь допуски к работам на ГТС объектов энергетики и ирригации чрезвычайно высокой опасности (I класс), высокой опасности (II класс).

Комплекс ГТС Кайраккумского водохранилища находится в сейсмоопасной зоне следовательно он должен оснащен системой сейсмометрического и сейсмологического мониторинга и автоматизированной системой сбора актуализированной натурной информации по текущему состоянию комплекса ГТС оперативного информирования структур управления в бассейне реки Сырдарья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фазылов А.Р. Значение водохранилищ при комплексном регулировании и управлении водными ресурсами в условиях напряженного водохозяйственного баланса Центрально-Азиатского региона.- Вода для мелиорации, водоснабжения отраслей экономики и природной среды в условиях изменения климата. Часть 2: Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 12. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2018. - 96 с., С. 45-61. http://www.eecca-water.net/file/conference_11_2018/fazylov.pdf
2. Фазылов А.Р. Маматканов Д.М. Влияние водохранилищ на режим твердого стока рек горно-предгорной зоны Таджикистана / М.Д. Маматканов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. –Бишкек: КРСУ, 2015. -Том 15. -№3. –С.189-193.
3. Иригация в Центральной Азии. Обзор АКВАСТАТ-2012 (39). Отдел ФАО по земельным и водным ресурсам. Под редакцией Карен Френкен.- С. 40-41, 43, 81. <http://www.cawater-info.net/library/rus/fao-aquastat-ru.pdf>.
4. Фазылов А.Р. Безопасность гидротехнических сооружений в Центральной Азии: создание потенциала и региональное сотрудничество / Т. Сарсембеков, К. Валентини, Э. Оролбаев, А. Фазылов, К. Овезмурадов, Б. Мамедов, З. Ирисбаев, Ш. Талипов.- Проект Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций, при финансовой поддержке правительства Российской Федерации.- Общее руководство Бу Либерт, Б. Хаджиев.- Алматы, Ашхабад, Бишкек, Душанбе, Ташкент.-2021г.,- 66с. https://unesco.org/sites/default/files/2021-07/Dam%20Safety%20Review_RU.pdf
5. Камолидинов А. Безопасность крупных гидротехнических сооружений в Таджикистане http://www.icwc-aral.uz/workshop_march08/pdf/kamolidinov_ru.pdf
6. Фазылов А.Р. Водохозяйственная инфраструктура в общей системе управления водными ресурсами / О.Х. Амирзода, С.К. Давлатшоев, Ф.А. Кариева, З.В. Кобули, Н.Б. Курбонов, Я.Э. Пулатов, А.Р. Фазылов.- монография.- Душанбе: ИВП,ГЭиЭ НАНТ, 2021.- 172с., С.97-123.
7. URL: <http://www.cawater-info.net/bk/dam-safety/index.htm>
8. Закон «О безопасности гидротехнических сооружений». (Закон «О безопасности ГТС»). Принят Постановлением Правительства РТ от 29.12.2010 г. № 666. (в редакции Закона РТ от 02.01.2018г.№1500, от 17.05.2018г.№1534)
9. Дементьева М.Е., Шайтанов А.М. Повышение эксплуатационной пригодности гидротехнических сооружений на примере Кайраккумской ГЭС (Таджикистан) // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 10 (109). С. 1098–1106).
10. ГНиП РТ 33-02-2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. https://www.adlia.tj/show_doc.fwx?rgn=128350
11. Фазылов А.Р. Законодательная база в области безопасности гидротехнических сооружений в Таджикистане В сб.: Комплексное использование водно - энергетических ресурсов Центральной Азии в условиях глобального изменения климата. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Водные ресурсы, новые подходы и перспективы развития» (22-23.10.2021г., Душанбе, Таджикистан).- Гл. ред. Амирзода О.Х., Кобули З.В. и др. Душанбе: «Фархунда М», 2021, С. 217.,с. 9–17. <https://www.imoge.tj/navidhoi-ilmi/confirensiyaho/nigo-inav-va-durnamoi-rushdi-zakhira-oi-ob>

БЕХАТАРИИ ИНШООТҲОИ ГИДРОТЕХНИКИИ ОБАНБОРҲОИ МАЧРОӢ

Фазылов А.Р.

Аннотатсия. Вайронкунии кори иншоотҳои гидротехники боиси вазъияти фавқуллода мегардад, ки ба офатҳои бешумори моддию экологӣ ва иҷтимоӣ мерасонад ва дар баъзе мавридҳо, мутаассифона, боиси талафоти одамон мегардад. Яке аз проблемаҳои асосии истифодабарии иншоотҳои гидротехники ин бехатарии онҳо мебошад, ки ба он катъиян риоя намудани қоидаҳо ва режими қор, дар сари вақт гузарондани таъмири профилактики ва асосӣ, инчунин тарбияи кадрҳо бояд саривақт ҳал карда шавад. Ҳоло аксарияти иншоотҳои гидротехникии мамлакат, аз ҷумла комплекси иншоотҳои гидротехникии неругоҳи оби Кайроққум декларатсияи бехатарӣ надоранд.

Калидвожаҳо: обанбор, иншооти гидротехникӣ, эътимоднокӣ, бехатарӣ, меъёрҳо, «Баҳри Тоҷик», мушоҳидаҳо, истифодабарӣ, эълomia бехатарӣ.

SAFETY OF HYDRAULIC STRUCTURES OF CHANNEL RESERVOIRS

Fazylov A.R.

Abstract. Failures in the operation of hydraulic structures provoke emergency situations that lead to innumerable material, environmental, social disasters, and in some cases, unfortunately, cause human casualties. One of the main problems in the field of operation of hydraulic structures is their safety, which must be maintained by strict compliance with the rules and operating mode, timely preventive and major repairs, as well as personnel training. Currently, most of the country's hydraulic structures do not have a safety declaration, including the complex of hydraulic structures of the Kairakkum HPP.

Keywords: reservoir, hydraulic structures, reliability, safety, criteria, "Bahri Tojik", observations, operation, safety declaration.

Маълумот дар бораи муаллиф: Фазылов Али Раҳматджанович, доктори илмҳои техникӣ, профессор. Институт масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Мудири лабораторияи «Иншоотҳои гидротехникӣ». Тел: (+992)98565070, e-mail: alifazilov53@gmail.com

Сведения об авторах: Фазылов Али Раҳматджанович, доктор технических наук, профессор. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. Заведующий лабораторией «Гидротехнические сооружения». Тел: (+992)98565070, e-mail: alifazilov53@gmail.com

Information about the authors: Fazylov Ali Rakhmatdzhonovich, Doctor of Technical Sciences, Professor. Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Head of the Laboratory "Hydraulic Structures". Tel.: +992 98565070, e-mail: alifazilov53@gmail.com

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОПРОСА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Нажмудинов Ш.З.

Филиал НИТУ «МИСИС» в городе Душанбе

Аннотация. В статье рассматривается и анализируется вопрос развития производства и потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в Республике Таджикистан за период: 1985, 2005 гг.; 2016 – 2022 гг.; 2018 – 2023 гг. и динамика производства, потребление, импорт и экспорт ТЭР за период 2016 – 2022 гг. а также динамика производства, потребление и импорт нефтепродуктов соответственно за периоды 2018-2023 и 2010- 2022 гг., с целью выявления (установления) степень энергетической зависимости Республики Таджикистан, как весьма важного фактора влияющего на параметры устойчивого развития экономики Республики Таджикистан в целом.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы (ТЭР), энергетическая независимость, импорт, экспорт, энергозависимость, энергобезопасность, технико-экономические показатели, нефтепродукты, динамика производства, потребление, установленная мощность, киловатт, технико-экономических анализ.

Введение. После 2000-х годов вопрос развития производства и потребление энергетических ресурсов все больше становится актуальным, и термины «энергобезопасность» и «энергозависимость» все чаще употребляется как на уровне отдельных государств, так и регионов в целом (смысловое значение и историю возникновения терминов «энергозависимость» и «энергобезопасность» см. в источнике [1] настоящей статьи). В настоящее время все больше стран мира ощущают серьёзность вопроса стабильного обеспечения своих стран энергоносителями, поскольку все больше становится актуальными тенденции по обязательному обеспечению потребных объемов добычи и/или импорта не только электроэнергии но и переработки и потребления, нефти, газа, угля, а также все больше становится актуальным вопрос эффективного обеспечения потребных объемов энергии солнца, ветра и других источников. На основе вышеизложенного, технико-экономические вопросы по обоснованному объемам добычи/производства, переработки, потребления, экспорта или импорта упомянутых энергетических ресурсов

во многом определяют целесообразную и рациональную технико-экономическую политику государств мира. Необходимо отметить, что в современном мире для обеспечения стабильного развития каждого государства, весьма важную роль занимает вопрос обеспечения её энергетической независимости. Крупнейшие экономически и индустриально развитые страны мира признают, что находятся в заложниках у государств-поставщиков энергетических ресурсов. Например, США, объявили, что борьба за энергетическую независимость Америки, является делом национальной безопасности. В зависимости от весьма актуальности вопросов энергетической зависимости и выявление альтернативных источников энергии в США, Японии, Швеции и многих других развитых государств стали важнейшими направлениями научных исследований и разработок [1].

Исходя из вышеизложенного, в настоящее время весьма актуальным является рассмотрение вопроса энергетической зависимости Республики Таджикистан (далее в данном тексте - РТ) на основе анализа технико-экономических показате-

телей энергетического сектора экономики РТ, их состояния и перспективы развития энергетической зависимости (далее-энергезависимость) РТ. Для обеспечения наиболее точного анализа, проведения необходимых расчетов по оценке и прогнозирования показателей энергезависимости РТ, целесообразно характеризовать природно-климатические условия и географическое расположение РТ на актуальную дату, т.е. на 01.01.2024 года, темпом роста по численности населения и т.п. По расположению РТ находится на Юго-Востоке Средней Азии, где ее общая площадь составляет 141,4 тыс. кв. км. На западе и севере РТ граничит с республиками: Узбекистан –1332 км, Кыргызстан –987 км; на Юге с Афганистаном –1374,2 км; на Востоке с Китаем – 494,4 км. Общая протяженность границ РТ определена в 4188,1 км. Темп роста населения за период 1991 по 2022 гг. постепенно снижается, и в среднем за период 1991 по 2022 годы определяется в 2,5% [1, 2, 3].

Методы исследования. Природно-климатические условия РТ по характеру поверхности оценена как типично горная страна с отметками абсолютных высот от 300 до 7495 метров, где 93% ее территории занимают горы, относящиеся к высочайшим горным системам Средней Азии, Тянь-Шанской и Памирской. Климат РТ оценена как субтропический – Январь месяц от +22°C (р/н. Пяндж) до –61°C (оз. Булункул), июль от 8°C (оз. Булункул) до +45°C (р/н. Пяндж), имея при этом бесценный природный дар оцениваемые отраслевыми специалистами со следующими показателями:

- площадью оледенения, которого в пределах СНГ равно 8041 кв. км с числом зарегистрированных ледников на Памире равным 1085;

- водной поверхности 22 озер, площадью в 625 кв. км;

- водно-энергетической ресурсов с гидропотенциалом выработки электроэнергии в объеме 527 млрд. кВт ч/год;

- угольных запасов, учтенные государственным балансом по состоянию на 01.01.1991г., в 713, 8 млн. тонн;

- нефти с остаточным извлекаемым запасом оцениваемые в 2,79 млн. тонн, (в том числе по Югу - 731 тыс. тонны и по Северу - 2059 тыс. тонн);

- природного газа с остаточными извлекаемым запасом, оцениваемые 5184 млн. м³, а также достаточным потенциалом солнечной энергии, с потенциалом выработки электрической энергии (далее ЭЭ) в малых ГЭС (МГЭС) оцениваемые в 18,4 млрд. кВт ч/год, остаётся энергетически зависимой страной в достаточной степени [1].

Независимо от наличия в стране разного рода и объемов энергоресурсов, к показателю энергезависимости можно отнести самообеспеченность или само-достаточность страны энергией, которая определяется соотношением уровней ее годового производства и потребления (условно обозначим Кэз).

Учитывая важность вопроса энергезависимости каждой страны, даже при существовании СССР, когда достаточно устойчива была энергетическая взаимосвязь между бывшими союзными республиками, ощущалось минимальная ограниченность в энерготранспортных маршрутах ориентированных в осуществление экспортно-импортных операций энергоносителей, достаточно стабильную стоимость имели энергоресурсы и т.д., однако показатель Ксэ РТ имело значение не более 0,69, что определяло категорию страны как нетто-импорта энергоресурсов. В связи с вышеизложенным, в республиках бывшего СССР постоянно велись расчеты по топливно-энергетическому балансу (далее-ТЭБ), что в целом опреде-

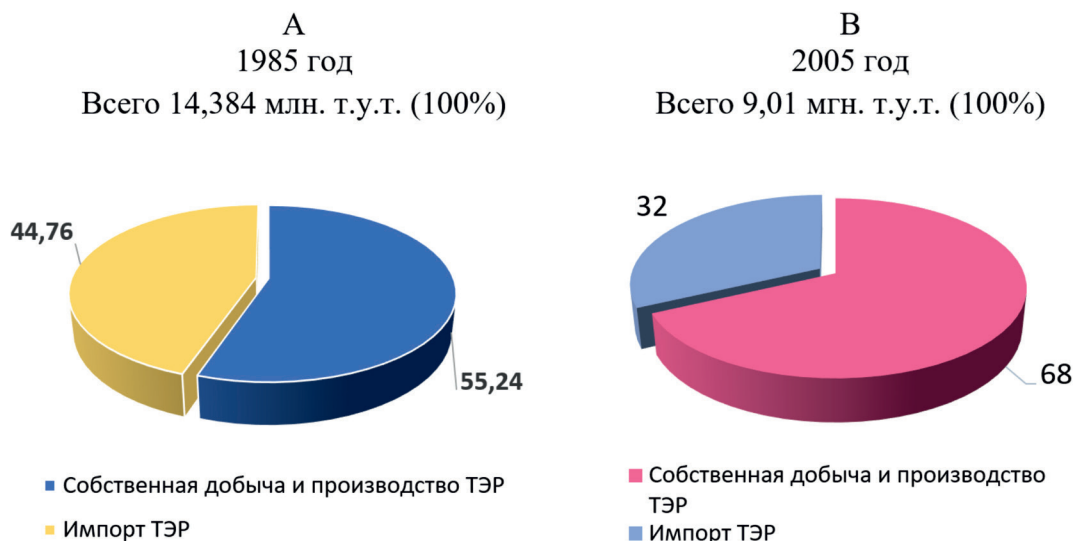
ляло степень энергозависимости СССР.

В бывшей Таджикской ССР расчеты ТЭБ, которые выполнялись в разрезе министерств, ведомств и других органов, позволяли определить общие объемы, структуры производства и потребления всех видов топливно-энергетических ресурсов (далее-ТЭР), выявить уровень использования ТЭР в народном хозяйстве в целом и в отдельных его отраслях, а также установить характер экономических связей между союзными республиками по важнейшим направлениям экономики [1, 2, 3].

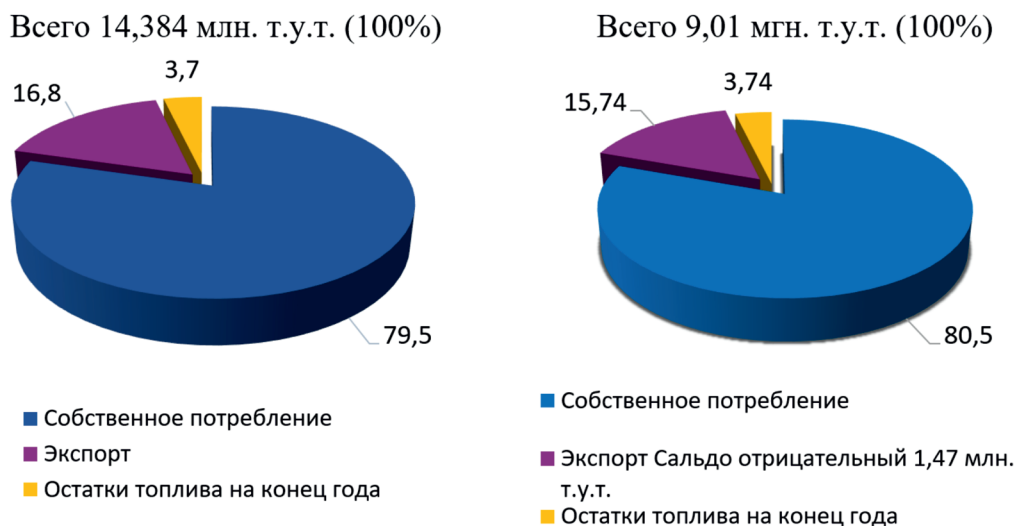
Наши сравнительные анализы ТЭБ

70-х годов свидетельствуют о том, что РТ в то время, также был страной нетто-импортером ТЭР [1]. Наиболее целесообразным для сравнения полагаем конкретное рассмотрение топливно-энергетического баланса Таджикской ССР в 1985 г., когда велись достаточно четкие расчеты ТЭБ свидетельствующий об относительной самодостаточности страны в энергии и показатель энергозависимости страны в упомянутом году определялся величиной $K_{сз} = 0,69$ (см. диаграмму 1).

Источники поступления ТЭР (%)

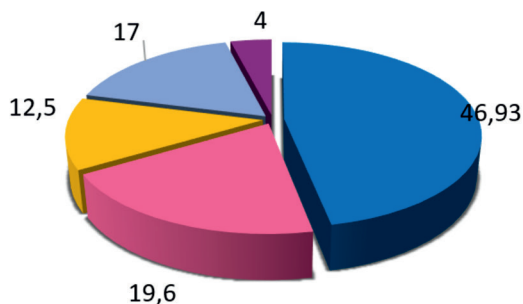


Распределительная часть топливно-энергетического баланса (%)



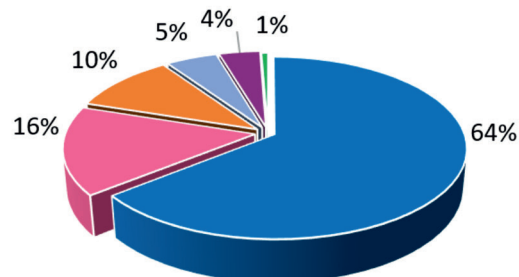
Структура (удельный вес) потребления ТЭР (%)

Всего 14,384 млн. т.у.т. (100%).



- Электроэнергия
- Твердое топливо, нефтепродукты и прочее топливо
- Природный и сжиженный газ
- Экспорт
- Остатки топлива на конце года

Всего 9,01 млн т. у. т. (100%)



- Электроэнергия
- Экспорт Сальдо отрицательный 1,47 млн. т.у.т.
- Природный газ
- Нефте продукты

Всего в 1985 г. общий объем ТЭР (добыча, производство и импорт) составил 14,384 млн. т.у.т. (тонна условного топлива). При этом собственная добыча и производство ТЭР в РТ составили 7,95 млн. т.у.т., или 55,24%, а доля импортированных ТЭР - 6,439 млн. т.у.т., или 44,76%. Из общего объема ТЭР в 1985 г. собственное потребление составило 11,435 млн. т.у.т., или 79,5%; в другие республики было экспортировано 16,8%, или 2,95 млн. т.у.т.; остатки топлива на конец года составили 3,7%, или 0,5322 млн. т.у.т. Структура потребления осуществлялась, согласно данным диаграммы 1. В 1999 г. показатель самообеспеченности ТЭР по Центральноазиатскому региону составил 1,47, в том числе по Казахстану - 1,81, Туркменистану - 2,33, а по Таджикистану - 0,61, т.е. Таджикистан в этот период, также был определен как страна нетто-импортер энергоресурсов [1].

Динамика производства, потребления, импорт и экспорт ТЭР за период 2016 - 2022 гг. в РТ

Вышеприведенные цифры технико-экономического анализа и данные исполь-

зуемых источников показывают, что на 1991 год установленные мощности всех электростанций РТ составило 4438 тыс. кВт и в течение указанного года объем производства ЭЭ в РТ определено в объеме 17597 млн. кВт·ч, и соответственно каждый киловатт установленной мощности вырабатывал более 3965 кВт·ч ЭЭ. Таким образом, динамика выработки ЭЭ каждого киловатта установленной мощности показывающие эффективность их использования в рассматриваемых нами годы, имеет следующие значения: 2000г.- 3447 кВт·ч; 2010г.- 3426 кВт·ч; 2015г.-2838 кВт·ч; 2018г.-3358 кВт·ч; 2019г.-3330кВт·ч; 2022г.-3442 кВт·ч. Развитие фиксирования этого важного показателя характеризующие эффективность использования каждого киловатта установленных мощностей, является одним из весьма серьезных задач по обеспечению улучшения использования каждого киловатта установленной мощности всех видов электростанций и в целом их технико-экономических показателей.

Динамика производства ЭЭ на существующих мощностях электростанций РТ

имеет следующие значения (в миллион киловатт час): 2016г.- 17232; 2017г.- 18144; 2018г.- 19749; 2019г.- 20677; 2020г.- 19771; 2021г.- 20624; 2022г.- 21400. При том, что увеличение объемов производства ЭЭ в разные годы более приемлемы, однако вопрос снижения потери в сетях общего пользования остается актуальным. Анализ показывает, что согласно данным [2], потери в сетях общего пользования за вышеуказанные годы соответственно зафиксированы в следующих объемах (в миллион киловатт час): 2016г.-2746 (или 15,935% от годового объема производства); 2017г.-2884 (15,89%); 2018г.- 19749 (14,57%); 2019г.-20677 (11,75%); 2020г.-19771(12,9%); 2021г.- 20624 (19,74%); 2022г.-21400 (18,32%).

Расчеты показывают, что потери в сетях общего пользования за период 2016-2022 годы составляли 21477 млн. кВт·ч, что является весьма актуальной и тревожной проблемой.

Импорт ЭЭ. Результаты анализов источников [2, 3] показывают, что за рассматриваемый период 2018–2023 годы импорт ЭЭ в РТ, осуществлено из Узбекистана и Кыргызстана в общем объеме на сумму 56 609 000 долл. США, где из общего указанного объема 17,08% соответствует 2018 году, 6,831% - 2019 г., 24,15% - 2020 г., 24,1% --2021 г. и 27, 85% - 2022 году. Доля объемов затраченных финансовых средств для импорта ЭЭ за рассматриваемый период, пропорционально соответствует 93,254% - Республике Узбекистан и 6,746% - Республике Кыргызстан.

Экспорт ЭЭ. За период с 2018 по 2022 годы экспорт ЭЭ из РТ осуществлено в общем объеме 463 506 000 долл. США. Из общего объема экспорта ЭЭ на 2018 г. приходится – 76 985 000 долл. США (16,61%), в том числе: в страны СНГ (Кыргызстан и Узбекистан) соответственно 1063000 и 38003000 долл. США; Афганистан – 37 919 000 долл. США. В 2019 г. 93 116 000 долл. США (20,09%), в том числе в

страны СНГ (Кыргызстан и Узбекистан) соответственно 1290000 и 30995000 долл. США; Афганистан – 60831000 долл. США. В 2020 г. 91277000 долл. США (19,69%), в том числе в страны СНГ (Кыргызстан и Узбекистан) соответственно 901000 и 35540000 долл. США; Афганистан – 54 836 000 долл. США. В 2021 г. 95962000 долл. США (20,7%), в том числе в страны СНГ (Кыргызстан и Узбекистан) соответственно 933000 и 38589000 долл. США; Афганистан-56440000 долл. США. В 2022 г. 106166000 долл. США (22,9%), в том числе в страны СНГ (Кыргызстан и Узбекистан) соответственно 198000 и 32183000 долл. США; Афганистан-73785000 долл. США. В целом, за рассматриваемый период экспорт ЭЭ имеет положительную тенденцию, и при росте цен на ЭЭ, появляется возможность в более крупных масштабах провести реконструкцию и реанимацию соответствующих энергетических узлов и тем самым обеспечить эффективность использования каждого киловатта установленной мощности энергетической системы РТ.

Импорт нефтепродуктов. За 2018-2023 годы импорт нефтепродуктов определяется в объеме 2 030 694 000 долл. США, где более 98% финансовых затрат на импорт нефтепродуктов за рассматриваемый период приходится на страны СНГ (в основном это РФ, Кыргызстан, Казахстан, Узбекистан, Беларусь, Туркменистан, Украина и Азербайджан). Из указанного объема затраченных финансовых средств на импорт нефтепродуктов в РТ, соответственно приходится: 15,697% на 2018 год; 16,426% - 2019 г.; 13,57% - 2020г.; 20,557%- 2021г. и 33,746% -2022 год. Темп роста импорта объемов нефтепродуктов как в натуральном, так и в денежном выражении означает, что: за последние годы темп роста объемов неотложных работ увеличиваются на разных жизненно важных объектах согласно поставленным задач Руководством и Правительством РТ,

где и увеличивается количество различной техники, оборудования и т.п. работающие с использованием различных видов нефтепродуктов и других энергоресурсов; темп роста материального состояния граждан и предпринимателей РТ также имеет положительную динамику, в связи с чем кроме автомобильной техники, ими приобретаются различные виды техники для использования в своем бизнесе. Не-

обходимо отметить, что увеличение объемов финансовых затрат, кроме изложенных причин, также и связан с вопросом практически постоянного повышения цен на импортируемые ТЭР.

Динамика производства нефтепродуктов. За период 2010 по 2022 гг. согласно источнику [2] фиксирована производство пять видов нефтепродуктов в РТ, динамика которых приведена ниже в таблицах:

Объемы производство бензина (в тоннах)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	556,6	411,8	697	733,1	932,7	465,8	258,3	420,2	510,1

Объемы производство дизельного топлива (в тоннах)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	3394	3467	4620	9752	17119	12492	5912	7666	4003

Объемы производство мазута (в тоннах)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	11714	4637	7026	9219	25886	14747	7548	10326	5110

Объемы производство битума (в тоннах)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	4079	2138	2725	3059	2511	2680	2698	3089	3161

Объемы производство асфальта (в тоннах)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	8257	141041	142926	69235	135356	103435	106371	150746	174881

Динамика производства основных видов продукции добывающей промышленности:

Производство нефти включая газовый конденсат (в тыс. т)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	27,0	24,6	25,0	23,4	23,6	23,3	24,5	24,6	24,9

Производство газа (в млн. м³)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	22,8	4,1	3,2	1,5	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8

Производство угля (в тыс. т)

годы	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
объёмы	199,7	1041,9	1361,4	1759,7	1907	2027,8	2029,1	2088,7	2393,6

Заключение. Анализ и рассмотрение вопросов динамики производства, потребление, экспорта и импорта ТЭР в РТ за последние 20 лет показывает, что вопрос энергетической зависимости РТ остается актуальным и является весьма важным вопросом, требующий тщательного анализа причин такого состояния и реализа-

ции всех возможных решений и путей по снижению энергетической зависимости РТ.

В связи вышеизложенным, вопрос обеспечения снижения энергетической зависимости РТ, определяют актуальность постоянного мониторинга вопроса энергетической зависимости и своевремен-

ного принятия необходимых мер по ее снижению до максимально возможного. Для реализации вышеотмеченной задачи прежде всего актуальным является реанимация установленных мощностей, в результате чего обеспечивается повышение к.п.д. каждого киловатта установленных мощностей энергосистемы РТ, поскольку в период с 2010 по 2022 годы среднеголетний показатель выработки каждого киловатта установленных мощностей не превышает значение 3307 кВт·ч, что является относительно низким и показатель потерь в сетях общего пользования за 2016-2022 годы в объеме 21477 млн. кВт·ч, являющегося весьма актуальным и тревожным, также связан с показателем выработки каждого киловатта установленных мощностей.

Обеспечение своевременного решения вышеупомянутых вопросов и задач исходящих из анализа технико-экономических параметров и развития вопроса энергетической зависимости РТ, в свою очередь весьма серьёзно и положительно повлияют на: показатель энергетической зависимости РТ; баланс и торговлю с энергоресурсами, а также решения задач исходящих от: «Стратегии развития «Зеленой» экономики в РТ на 2023-2037 годы» разработанной Программой развития Организации Объединенных Наций в рамках проекта и «Усиление потенциала Совета Национального Развития при

Президенте Республики Таджикистан; Генерального плана эффективности использования энергии для Таджикистана отмеченных в работе [6], отраслевых министерств, ведомств и местных органов планирования, мониторинга и отчетности НСР/ПСР и ЦУР».

Использованные источники:

1. Ш.З. Нажмудинов. Состояние вопроса энергетической зависимости Республики Таджикистан. Журнал Экономика Таджикистана: Стратегия Развития №4, 2007г., стр. 127-139.
2. Статистический ежегодник Республики Таджикистан, Душанбе, 2023г. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан.
3. Внешнеэкономическая деятельность Республики Таджикистан, Душанбе, 2023г. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан.
4. Статистический ежегодник Республики Таджикистан, Душанбе, 2005.
5. Таджикистан: 15 лет государственной независимости / Ст. сб. -Душанбе, 2006.
6. В. Буркина, З. Морвай, С. Робик, Ф. Шохимардонов. Генеральный план эффективности использования энергии для Таджикистана. Эффективность использования энергии в целях экономического развития и сокращения бедности, Душанбе, 2011г.

ТАҲЛИЛИ ТЕХНИКИ-ИҚТИСОДИИ МАСЪАЛАИ РУШДИ ВОБАСТАГИИ ЭНЕРГЕТИКИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Нажмудинов Ш.З.

Аннотатсия.. Дар мақола масъалаҳои рушди истеҳсолот ва истеъмоли захираҳои сӯзишворӣ ва энергетикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 1985, 2005; 2016 – 2022; 2018 – 2023 ва динамикаи истеҳсол, истеъмол, воридот ва содироти захираҳои сӯзишвориро энергетикӣ дар давраи солҳои 2016-2022. инчунин динамикаи истеҳсол, истеъмол ва воридоти маҳсулоти нафтӣ мутаносибан дар солҳои 2018-2023 ва 2010-2022 бо мақсади муқаррар намудани (муқаррар намудани) дараҷаи вобастагии энергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба сифати мақоми хеле муҳим омиле, ки ба параметрҳои рушди устувори иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар маҷмӯъ таъсир мерасонад.

Вожаҳои калидӣ: захираҳои сӯзиворию энергетикӣ (МЭ), истиқлолияти энергетикӣ, воридот, содирот, вобастагии энергетикӣ, амнияти энергетикӣ, нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодӣ, маҳсулоти нафтӣ, динамикаи истеҳсолот, истеъмол, иқтидори муқарраршуда, киловатт, таҳлили техникӣ-иқтисодӣ.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE ISSUE OF DEVELOPMENT OF ENERGY DEPENDENCE OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Najmudinov Sh.Z.

Abstract. The article considers and analyzes the issue of development of production and consumption of fuel and energy resources (FER) in the Republic of Tajikistan for the period: 1985, 2005; 2016 - 2022; 2018 - 2023 and the dynamics of production, consumption, import and export of FER for the period 2016 - 2022, as well as the dynamics of production, consumption and import of petroleum products, respectively, for the periods 2018-2023 and 2010-2022, in order to identify (establish) the degree of energy dependence of the Republic of Tajikistan, as a very important factor affecting the parameters of sustainable development of the economy of the Republic of Tajikistan as a whole.

Key words: fuel and energy resources (FER), energy independence, import, export, energy dependence, energy security, technical and economic indicators, petroleum products, production dynamics, consumption, installed capacity, kilowatt, technical and economic analysis.

Сведение об авторе: Нажмудинов Шарофидин Зоирович, кандидат технических наук, Филиала НИТУ «МИСиС» в городе Душанбе, E-mail: Najmiddinovsh2018@mail.ru. Тел. 992 933015555

Маълумот дар бораи муаллиф: Нажмудинов Шарофидин Зоирович, номзади илмҳои техникӣ, Филиали Донишгоҳи илмӣ тадқиқоти технологӣ «МИСИС» дар шаҳри Душанбе, E-mail: Najmiddinovsh2018@mail.ru. Тел. 992 933015555

Information about avtor: Najmudinov Sharofidin Zoirovich, candidate of technical sciences, Branch of Scientific Research Technological University "MISIS" in Dushanbe, E-mail: Najmiddinovsh2018@mail.ru. Tel. 992 933015555.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ

Хакдодов А.М.¹, Амирзода О.Х.², Хакдод М.М.²

¹Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС в городе Душанбе

²Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация: Загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных экологических проблем для городов с высокой степенью урбанизации, таких как Душанбе, столица Таджикистана. В последние годы наблюдается значительное ухудшение качества воздуха, вызванное увеличением автомобильного трафика, промышленными выбросами и строительными проектами. В данной статье рассматриваются основные источники загрязнения в Душанбе, включая взвешенные частицы (PM10 и PM2.5), диоксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x) и углекислый газ (CO₂). Основной целью исследования является проектирование модели информационной системы для мониторинга состояния воздуха в режиме реального времени. Предложенная система включает сбор данных с датчиков, их обработку и анализ, прогнозирование изменений качества воздуха, а также визуализацию результатов для широкого круга пользователей.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, экологический мониторинг, информационная система, качество атмосферного воздуха, датчики, обработка данных в реальном времени.

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из ключевых экологических проблем городов с высоким уровнем урбанизации и индустриализации. Душанбе, как столица Таджикистана, не является исключением. В последние годы уровень загрязнения воздуха в городе заметно увеличился, что связано с ростом автомобильного транспорта, промышленными выбросами, а также с увеличением строительных объектов, что влечет за собой повышение уровня пыли и других вредных веществ в атмосфере. В докладе Всемирного банка [1] указывается, что в Душанбе уровень загрязнения воздуха превышает допустимые нормы в несколько раз.

По данным Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистана [2] к основным источникам загрязнения воздуха относятся выбросы от автотранспорта, промышленные предприятия и низкое качество

топлива, используемого для обогрева в зимний период. Ухудшение качества воздуха оказывает негативное влияние на здоровье населения [3], увеличивая риск заболеваний дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы и снижая общий уровень жизни. В связи с этим требуется разработка эффективной системы мониторинга для контроля и улучшения качества воздуха в столице.

Целью данной статьи является проектирование модели информационной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха для города Душанбе, которая обеспечивает сбор, обработку и анализ данных о состоянии воздуха в режиме реального времени.

Основные загрязнители воздуха в Душанбе включают:

- Взвешенные частицы (PM10 и PM2.5), которые в основном возникают из-за дорожного движения и строительной деятельности.

- Диоксид серы (SO₂), выбросы которого происходят вследствие сжигания некачественного топлива.
- Оксиды азота (NO_x), источником которых являются автомобили и промышленные предприятия (выхлопные газы автомобилей и выбросы электростанций)
- Углекислый газ (CO₂), выделяемый в результате деятельности транспорта и промышленных предприятий .

Разработка системы мониторинга атмосферного воздуха позволит собирать данные о концентрациях этих веществ, что необходимо для принятия мер по улучшению качества воздуха и снижению негативного воздействия на здоровье населения.

Мировой опыт показывает, что внедрение систем мониторинга качества воздуха стало одним из главных инструментов борьбы с загрязнением атмосферы в крупных городах. В странах с развитой экологической политикой, таких как США, Германия, и Япония, широко применяются автоматизированные системы мониторинга, которые собирают данные в режиме реального времени с использованием сетей датчиков, установленных в

различных частях города.

В Таджикистане система мониторинга качества воздуха находится на стадии становления и имеет ряд серьезных ограничений. Основной проблемой является недостаток оборудования и технологий для сбора данных. В настоящее время мониторинг осуществляется точечно, в основном вручную, с использованием устаревших методов, что ограничивает точность и актуальность получаемых данных. Кроме того, в республике отсутствуют стандартизированные системы для интеграции и анализа данных с различных источников, таких как датчики, спутниковые данные и метеорологическая информация.

Согласно отчету Всемирного банка [2], текущие станции мониторинга в Таджикистане не обеспечивают достаточной плотности покрытия, что затрудняет эффективный контроль за качеством воздуха в масштабах города и страны. Кроме того, большая часть данных недоступна для общественности и ученых, что усложняет анализ экологической ситуации и затрудняет принятие необходимых мер. Основные проблемы текущей системы мониторинга воздуха в Таджикистане приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные проблемы текущей системы мониторинга воздуха в Таджикистане

№	Проблема	Описание
1	Нехватка современных датчиков и технологий	Отсутствие датчиков для сбора данных в реальном времени снижает точность мониторинга.
2	Ограниченное географическое покрытие	Большинство станций расположено в Душанбе, что затрудняет анализ состояния воздуха в других регионах.
3	Недоступность данных для общественности	Ограниченное количество данных публикуется в открытом доступе, что снижает осведомленность населения.
4	Отсутствие интеграции с метеорологическими системами	Без учета таких факторов, как ветер, влажность и температура, данные о загрязнении могут быть неполными.

Все эти проблемы подчеркивают необходимость создания более современной и интегрированной системы мониторинга воздуха, которая могла бы обеспечить сбор данных в реальном времени, их обработку и публикацию для всех заинтересованных сторон.

Разработка информационной системы для мониторинга атмосферного возду-

ха в Душанбе требует учета ряда функциональных требований, направленных на обеспечение точного сбора, анализа и передачи данных в режиме реального времени. Основные функциональные возможности этой системы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные функциональные возможности информационной системы для мониторинга атмосферного воздуха

№	Функциональная возможность	Описание
1	Сбор данных с различных источников	Интеграция данных с датчиков загрязняющих веществ (PM10, PM2.5, SO2, NOx и др.) и метеорологических параметров (температура, влажность, скорость ветра) из наземных и мобильных станций, спутников и метеостанций.
2	Анализ данных в реальном времени	Обеспечение обработки данных сразу после получения с применением алгоритмов фильтрации и коррекции для исключения ошибок и неточностей.
3	Хранение и управление данными	Централизованное хранилище данных для различных пользователей (власти, ученые и общественность) с возможностью последующей обработки и анализа данных.
4	Прогнозирование изменений в качестве воздуха	Применение алгоритмов машинного обучения и статистических моделей (например, ARIMA) для прогнозирования скачков загрязнения и своевременного реагирования.
5	Визуализация данных	Представление данных в виде интерактивных карт, графиков, отчетов и прогнозов, доступных через веб-интерфейсы и мобильные приложения.
6	Уведомления и оповещения	Автоматическая отправка уведомлений и оповещений при превышении допустимых уровней загрязняющих веществ для информирования общественности и принятия мер властями.
7	Интеграция с существующими системами и стандартами	Совместимость с международными стандартами (например, ISO 37120) и интеграция с национальными и международными системами мониторинга и отчетности для упрощения обмена данными.

Архитектура информационной системы для мониторинга качества атмосферного воздуха в Душанбе должна быть модульной, гибкой и масштабируемой, что обеспечит возможность интеграции новых компонентов и технологий по мере их появления. Основные компоненты архитектуры включают:

1. Датчики и устройства сбора данных

- Стационарные датчики: Размещение датчиков в ключевых точках города, включая центральные районы, промышленные зоны и жилые массивы. Эти датчики будут измерять концентрации загрязняющих веществ, таких как PM10, PM2.5, SO2, NOx, CO и другие. Используются датчики с функцией беспроводной передачи данных для оперативного обмена информацией с центральными серверами.
- Мобильные датчики: Для более полного охвата территории могут быть использованы мобильные датчики, установленные на общественном транспорте или дронах. Эти датчики позволят мониторить качество воздуха в районах с низкой плотностью стационарных станций.
- Спутниковые данные: Спутники предоставляют дополнительные данные о глобальных и региональных уровнях загрязнения воздуха. Спутниковые наблюдения, такие как программы NASA и ESA (например, Sentinel-5P), помогут дополнять локальные данные и расширять возможности мониторинга.

2. Центральные серверы и системы хранения данных

- Централизованные серверы: Основная часть системы включает один или несколько центральных серверов, которые собирают и обрабатывают данные с различных датчиков. Серверы обеспечивают хранение больших объемов данных, применяя технологии облачных вычислений для масштабируемости и доступности.
- Базы данных: Данные с датчиков хранятся в реляционных и нереляционных базах данных (например, MySQL, MongoDB), что позволяет легко управлять ими и обеспечивать доступ для последующего анализа. Для временных рядов можно использовать специализированные системы, такие как InfluxDB.

3. Обработка и анализ данных

- Фильтрация и очистка данных: До передачи данных на сервер они проходят предварительную фильтрацию для удаления ошибок и шума, вызванного внешними факторами. Это может включать удаление данных с неисправных датчиков или некорректных показателей.
 - Аналитические модули: На серверной стороне используются аналитические модули, которые обрабатывают данные и создают отчеты. Эти модули могут включать математические алгоритмы для статистического анализа и прогнозирования уровня загрязнения.
- Архитектура информационной системы для мониторинга качества атмосферного воздуха представлена на рисунке 1.

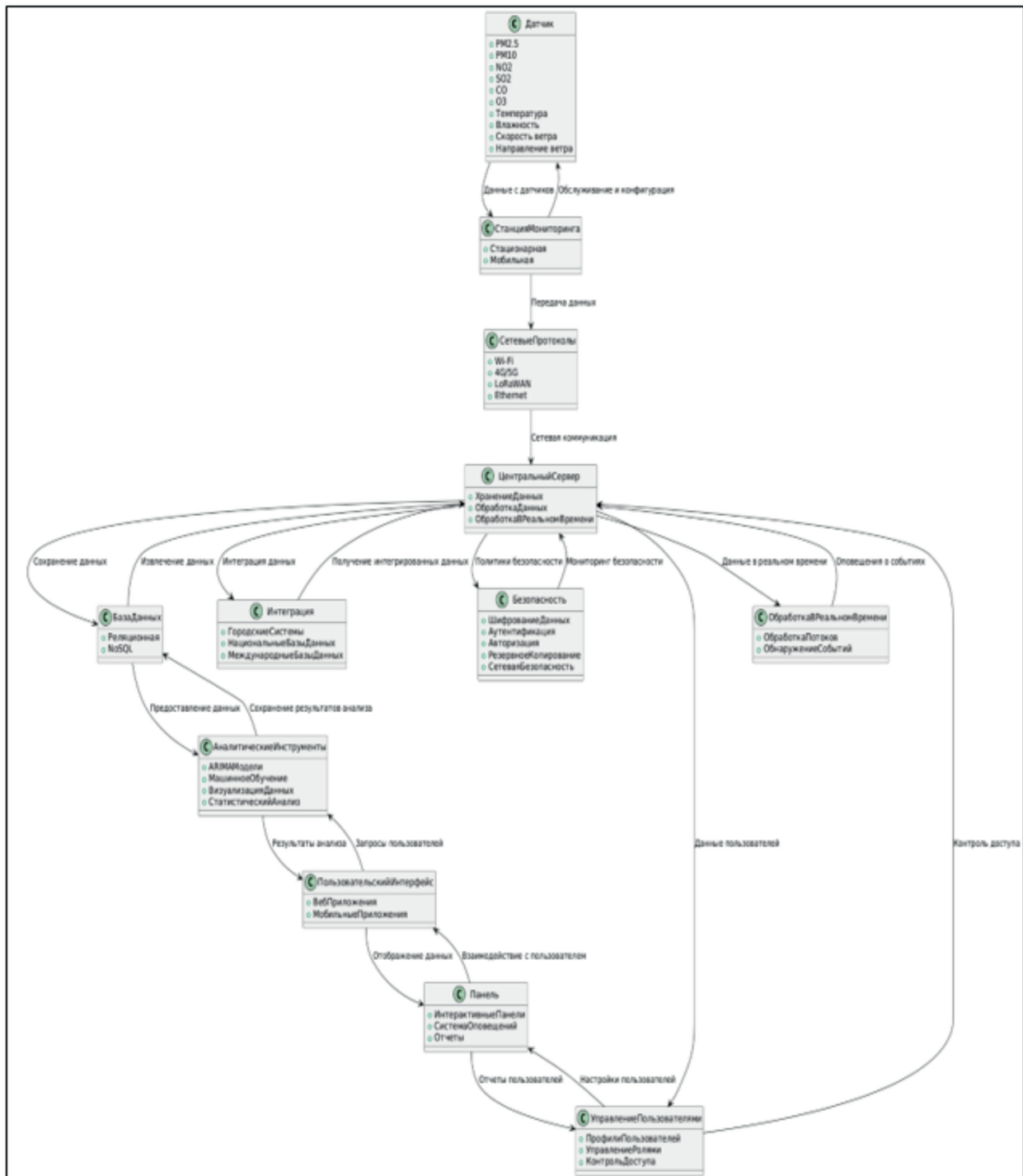


Рисунок 1 - Архитектура ИС для мониторинга качества атмосферного воздуха

Взаимодействие компонентов представленной архитектуры ИС для мониторинга качества атмосферного воздуха представлены в таблице 3.

Взаимодействие компонентов (источника/получателя)

Компонент (источник)	Компонент Получатель	Взаимодействие
Датчик (Sensor)	Станция мониторинга	Датчики передают данные станциям мониторинга.
Станция мониторинга	Датчик	Станции мониторинга могут конфигурировать и обслуживать датчики.
Станция мониторинга	Сетевые протоколы	Станции мониторинга передают данные по сетевым протоколам.
Сетевые протоколы	Центральный сервер	Данные передаются на центральный сервер через различные сети.
Центральный сервер	База данных	Центральный сервер хранит данные в базе данных.
База данных	Центральный сервер	Центральный сервер извлекает данные из базы данных для обработки.
База данных	Аналитические инструменты	База данных предоставляет данные аналитическим инструментам.
Аналитические инструменты	База данных	Аналитические инструменты могут сохранять результаты анализа в базе данных.
Аналитические инструменты	Пользовательский интерфейс	Аналитические результаты передаются в пользовательский интерфейс.
Пользовательский интерфейс	Аналитические инструменты	Пользователи могут запрашивать данные и анализ через интерфейс.
Пользовательский интерфейс	Панель управления	Пользовательский интерфейс передает данные на панель управления.
Панель управления	Пользовательский интерфейс	Панель управления взаимодействует с пользователем через интерфейс.
Центральный сервер	Безопасность	Центральный сервер применяет политики безопасности.
Безопасность	Центральный сервер	Система безопасности мониторит и защищает центральный сервер.
Центральный сервер	Интеграция	Центральный сервер интегрируется с другими системами.
Интеграция	Центральный сервер	Получение интегрированных данных с других систем.
Центральный сервер	Обработка данных в реальном времени	Передача данных для обработки в реальном времени.
Обработка данных в реальном времени	Центральный сервер	Обработка событий и данных в реальном времени.
Центральный сервер	Управление пользователями	Управление данными пользователей.

Управление пользователями	Центральный сервер	Контроль доступа и управление пользователями.
Панель управления	Управление пользователями	Генерация отчетов и управление пользователями через панель.
Управление пользователями	Панель управления	Настройки пользователей для панели управления.

Эта архитектура обеспечивает всесторонний мониторинг, анализ и управление качеством воздуха с учетом всех аспектов от сбора данных до их визуализации и интеграции с внешними системами, обеспечивая при этом высокий уровень безопасности и управления пользователями.

Перспективы дальнейшего развития системы включают внедрение новых технологий, таких как IoT [5], искусственный интеллект и блокчейн, которые помогут улучшить точность и оперативность мониторинга. Также было предложено расширить географический охват системы, охватывая другие регионы Таджикистана и развивая международное сотрудничество для борьбы с трансграничными загрязнениями.

Таким образом, разработка и внедрение информационной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха в Душанбе имеет ключевое значение для улучшения экологической обстановки в городе и здоровья населения. При поддержке на государственном уровне и с участием международных организаций,

система станет важным инструментом в управлении качеством воздуха и достижении устойчивого развития города.

Литературные источники

1. Всемирный банк. 2023 год. Управление качеством воздуха в Республике Таджикистан. ©Всемирный банк.
2. Всемирная организация здравоохранения. Загрязнение атмосферного воздуха. Информационный бюллетень -ВОЗ. <https://www.who.int>. [дата обращения: 17.09.2024].
3. Комитет по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан - <http://tajnature.tj/ru/>
4. Носкова А.И., Токранова М.В. Обзор автоматизированных систем мониторинга // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2017. №1. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-avtomatizirovannyh-sistem-monitoringa> (дата обращения: 22.09.2024).
5. Hura, V., Monastyrskii, L. (2023). IoT-based solution for detection of air quality using ESP32. Artificial Intelligence, doi: 10.15407/jai2023.03.086.

ТАҲИЯИ МОДЕЛИ СИСТЕМАИ ИТТИОЛОТИИ МОНИТОРИНГИ ЭКОЛОГИИ ҲАВОИ АТМОСФЕРАИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Ҳақдодов А.М., Амирзода О.Х., Ҳақдод М.М.

Аннотатсия: Ифлосшавии ҳавои атмосфера яке аз масъалаҳои мубрами экологӣ дар шаҳрҳои сораҳои, аз ҷумла пойтахти Тоҷикистон, шаҳри Душанбе ба шумор меравад. Солҳои охир бад шудани вазъи ҳаво вобаста ба зиёд гардидани нақлиёти автомобилӣ, партовҳои саноатӣ ва лоиҳаҳои сохтмонӣ мушоҳида мегардад. Дар мақолаи мазкур манбаҳои асосии ифлосшавии ҳавои атмосфера дар шаҳри Душанбе, аз ҷумла зарраҳои муаллақ (PM10 и PM2.5), диоксиди сулфур (SO2), оксиди нитроген (NOx) диоксиди карбон (CO2) оварда шудаанд. Мақсади асосии таҳқиқот таҳияи модели системаи иттилоотӣ барои мониторинги ҳолати ҳавои атмосфера

дар речаи вақти воқеӣ мебошад. Системаи пешниҳодгардида ҷамъовариш маълумот аз сенсорҳо, коркард ва таҳлили он, пешгӯии тағйирёбии сифати ҳаво ва инчунин пешниҳоди натиҷаҳо барои доираи васеи истифодабарандагонро дар бар мегирад.

Калидвожаҳо: ифлосшавии ҳаво, мониторинги экологӣ, системаи иттилоотӣ, сифати ҳавои атмосфера, сенсор, коркарди маълумот дар вақти воқеӣ.

DESIGN OF A MODEL OF INFORMATION SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL AIR MONITORING FOR THE CITY OF DUSHANBE

Haqdodov A.M., Amirzoda O.Kh., Haqdod M.M.

Abstract: Air pollution is one of the main environmental problems for cities with a high degree of urbanization, such as Dushanbe, the capital of Tajikistan. In recent years, there has been a significant deterioration in air quality caused by increased vehicle traffic, industrial emissions and construction projects. This article examines the main sources of pollution in Dushanbe, including particulate matter (PM10 and PM2.5), sulfur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x) and carbon dioxide (CO₂). The main goal of the study is to design a model of an information system for monitoring air conditions in real time. The proposed system includes collecting data from sensors, processing and analyzing it, predicting changes in air quality, and visualizing the results for a wide range of users.

Key words: air pollution, environmental monitoring, information system, atmospheric air quality, sensors, real-time data processing.

Маълумот оиди муаллифон: Ҳақдодов Акбарҷон Маҳмадшарифович унвонҷуи Институти масълаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. E-mail: hakdodovakbar@gmail.com . Амирзода Ориф Ҳамид - доктори илмҳои техникӣ, дотсент, директори Институти масълаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. E-mail: Orif Amirzoda orif2000@mail.ru. Ҳақдод Маҳмадшариф Маҳмуд - доктори илмҳои техникӣ, профессор, сарҳодими илмии Институти масълаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. E-mail: mkhakdodov@mail.ru,

Сведения об авторах: Хақдодов Акбарҷон Маҳмадшарифович - соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. E-mail: hakdodovakbar@gmail.com . Амирзода Ориф Ҳамид - доктор технических наук, доцент, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. E-mail: orif2000@mail.ru, Хақдод Маҳмадшариф Маҳмуд - доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. E-mail: mkhakdodov@mail.ru.

Information about the authors: Haqdodov Akbarjon Mahmadscharifovich – applicant at the Institute of water problems, hydropower and ecology of the National academy of science of Tajikistan E-mail: hakdodovakbar@gmail.com . Amirzoda Orif Hamid- doctor of technical sciences, senior associate professor, director at the Institute of water problems, hydropower and ecology of the National academy of science of Tajikistan. E-mail: orif2000@mail.ru, Haqdod Mahmadscharif Mahmud - doctor of technical sciences, professor, senior headresearcher at the Institute of water problems, hydropower and ecology of the National academy of science of Tajikistan. E-mail: mkhakdodov@mail.ru.

ФАРҚИЯТИ ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАЦИОНИИ АТМОСФЕРА ДАР МИНТАҚАҲОИ ГУНОГУНИ ТОҶИКИСТОН

Ваҳобов Р.Р., Абдуллозода С.Ф.

Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ

Аннотация: Загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных экологических проблем для городов с высокой степенью урбанизации, таких как Душанбе, столица Таджикистана. В последние годы наблюдается значительное ухудшение качества воздуха, вызванное увеличением автомобильного трафика, промышленными выбросами и строительными проектами. В данной статье рассматриваются основные источники загрязнения в Душанбе, включая взвешенные частицы (PM10 и PM2.5), диоксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x) и углекислый газ (CO₂). Основной целью исследования является проектирование модели информационной системы для мониторинга состояния воздуха в режиме реального времени. Предложенная система включает сбор данных с датчиков, их обработку и анализ, прогнозирование изменений качества воздуха, а также визуализацию результатов для широкого круга пользователей.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, экологический мониторинг, информационная система, качество атмосферного воздуха, датчики, обработка данных в реальном времени.

Муқаддима

Тоҷикистон дар байни тасмаи ҷангу ғубор даҳ биёбонҳои бузурги Саҳрои Кабир (Саҳара), биёбонҳои Эрон (Дашти Лут ва Дашти Кабир), биёбонҳои Арабистон, ва биёбонҳои Осиёи Марказӣ (Аралқум, Қизилқум ва Қароқум) инчунин Такла-Макан ва Гоби ҷойгир буда аз моҳҳои апрел то охири ноябр воридоти ҷангу ғубор ҳамаҷола ба амал меояд. Воридоти ҷангу ғубор одатан аз ҷануб ва ғарби кишвар ба амал омада ба самти пойтахти кишвар ш. Душанбе мерасад [1-2]. Азбаски ш. Душанбе бо теппаю куҳҳо ихота карда шудааст, ҷангу ғубори ба пойтахт воридшуда муддатҳои зиёд (2-3 то 10 рӯз дар фазои шаҳри Душанбе боқӣ мемонад ва ба сифати ҳавои шаҳр таъсири назаррас мерасонад (масалан тобистони соли 2001 дар фазои шаҳри Душанбе қариб 29 рӯз ҷангу ғубор ҳукмфармои мекард) [3-4]. Мақсади ин мақола таҳқиқоти муқоисавии хусусиятҳои радиатсионии Офтоб дар атмосфераи минтақаи биёбон, шаҳри бузург ва минтақаи баландқуҳ мебошад.

Натиҷаҳои омузиш. Дар моҳи июли соли 2021 (расми 1) якҷанд воридоти ҷангу ғуборро бо фотометри офтобии

SIMEL-318В (истехсоли Фаронса) шабакаи АЭРОНЕТИ Душанбе ба қайд гирифта шудааст. Дар вақти ба қайдгирии ҳолати воридоти ҷангу ғубор чунин критерияро ба назар гирифта лозим аст (ҷадвали 1).

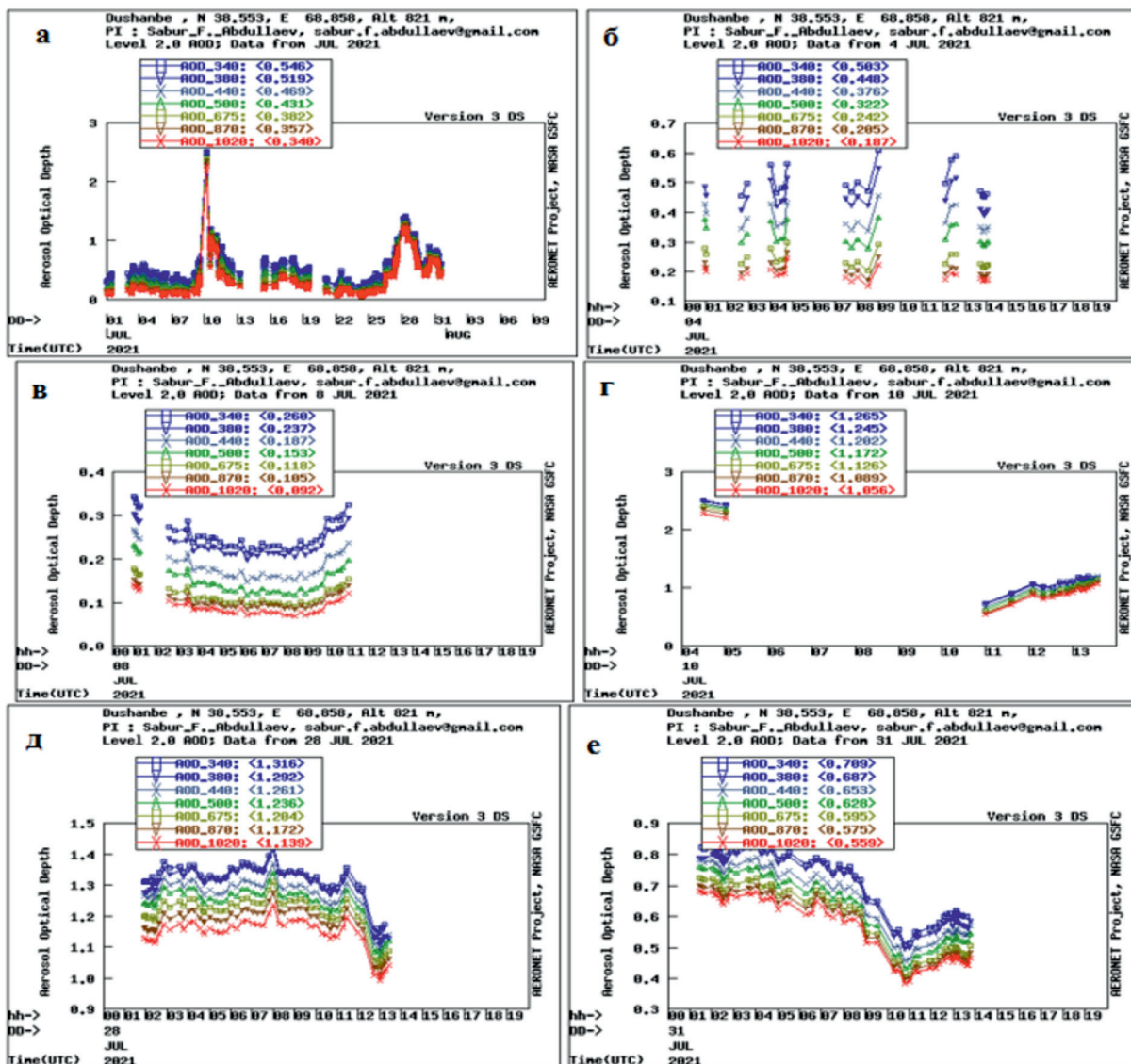
Дар расми 1 раванди тағйирёбии ғафсии оптикӣ аз аэрозоли атмосфера барои моҳи июли соли 2021(а), рӯзи муқаррарии ш. Душанбе – 04 июли соли 2021(б); рӯзи тоза - 8июли соли 2021(в), рӯзи ҷангу ғубори пурқувват-10 июли соли 2021(г) ва 28 июли соли 2021 (д) ва рӯзи абри ҷангӣ-31 июли соли 2021(е) оварда шудааст.

Бо истифода аз маҳзани маҳворавӣ [6] барои моҳи июли соли 2021 маълумотҳои оиди якҷанд намуди радиатсия ба мисли:

CL_SFC_SW_DWN - нури кӯтоҳмавҷи қисми тозаи сатҳи осмон (кВт-соат/м²/рӯз). Дар расми 2 тағйирёбии нури кӯтоҳмавҷи қисми тозаи сатҳи осмон барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пираҳи Федченко барои моҳи июли соли 2021 оварда шудааст. Раванди ин тағйирот оиди савияи тозагии фазои ин се минтақаи омукташуда шаҳодат медиҳад. Барои биёбони Айвадж (36°58'43"

а.ш., 68°01'23" т.ш., 321 м.а с.б.), Душанбе (38°33'33" а.ш.,68°51'21"т.ш., 867 м.а.с.б.) ва пирахии Федченко (38°46'00" а.ш.,72°16'58" т.ш., 4396 м а.с.б.) расми 1 оварда шудааст. Чи тавре, ки дида мешавад коэфисиети коррелятсия байни Душанбе ва Айвадж хеле назаррас буда(0.83)

вале бо Федченко хеле хурдтар аст (0.173 ва 0.53).Ҳангоми мавҷудияти ифлоси (аэрозол, абр ва чангу губор) дар атмосфера кимати шуоъҳои рӯизаминии кӯтоҳмавҷ кам мешавад ин аз он сабаб аст, ки ифлоси барои ин нурҳо (0.1-4мкм)шафоф нест [7].



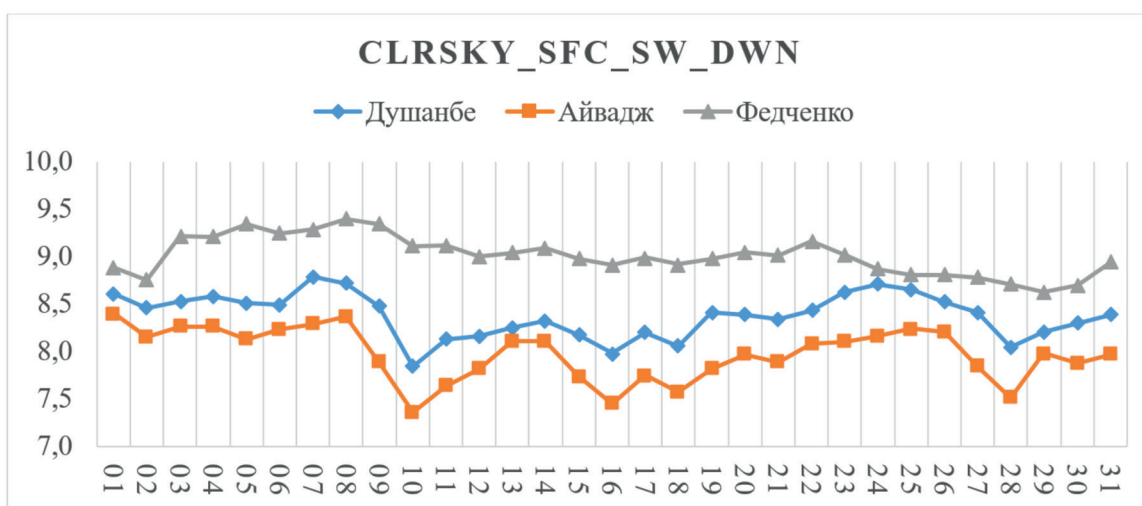
Расми 1. Раванди тағйирёбии гафсии оптикӣи аэрозоли атмосфера барои моҳи июли соли 2021 (а), рузи муқаррарии ш.Душанбе – 04 июли соли 2021 (б); рузи тозаи моҳ-8 июли соли 2021 (в), рузи чангу губори пурқувват-10 июли соли 2021 (г) ва 28 июли соли 2021 (д) ва рузи абри чангӣ-31 июли соли 2021 (е).

Намудҳои азрозоли атмосфера

Намудҳои азрозол	$\tau(\lambda)$	$\alpha(\lambda)$
континенталии тоза	$< 0,2$	$> 1,0$
баҳрии тоза	$< 0,2$	$< 0,9$
антропогенӣ/натиҷаи сӯхтор	$> 0,3$	$> 1,0$
зарраҳои калонандоза/чангу ғубор	$> 0,6$	$< 0,7$
фақат чангу ғубор	$> 0,6$	$< 0,2$

Қимати хурдтарине ки санаи 10, 16 ва 28 июл дар Айвадж ва ш. Душанбе ба қайд гирифта шудааст аз чангу ғубор дар ин

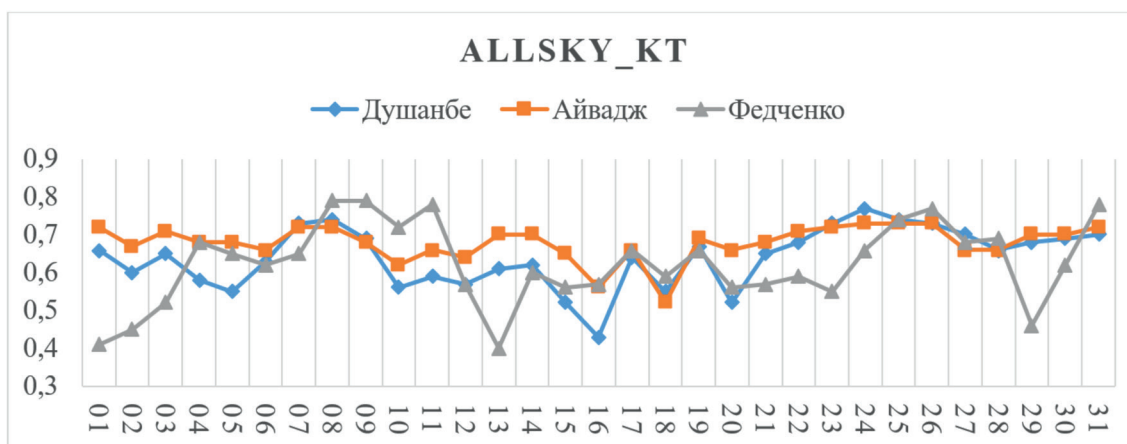
минтақаҳо шаҳодат медиҳад. Ва дар инҷо аз баланди зиёд шудани қимати бузурги-ро мушоҳида кардан мумкин аст.



Расми 2. Тағйирёбии нури қўтоҳмавҷи қисми тозаи сатҳи осмон барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пираҳи Федченко.

ALLSKY_KT - Индекси шаффофияти ҳама инсолятсияи осмон (бе андоза). Дар расми 3 тағйирёбии индекси шаффофияти

ҳама инсолятсияи осмон барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пираҳи Федченко.

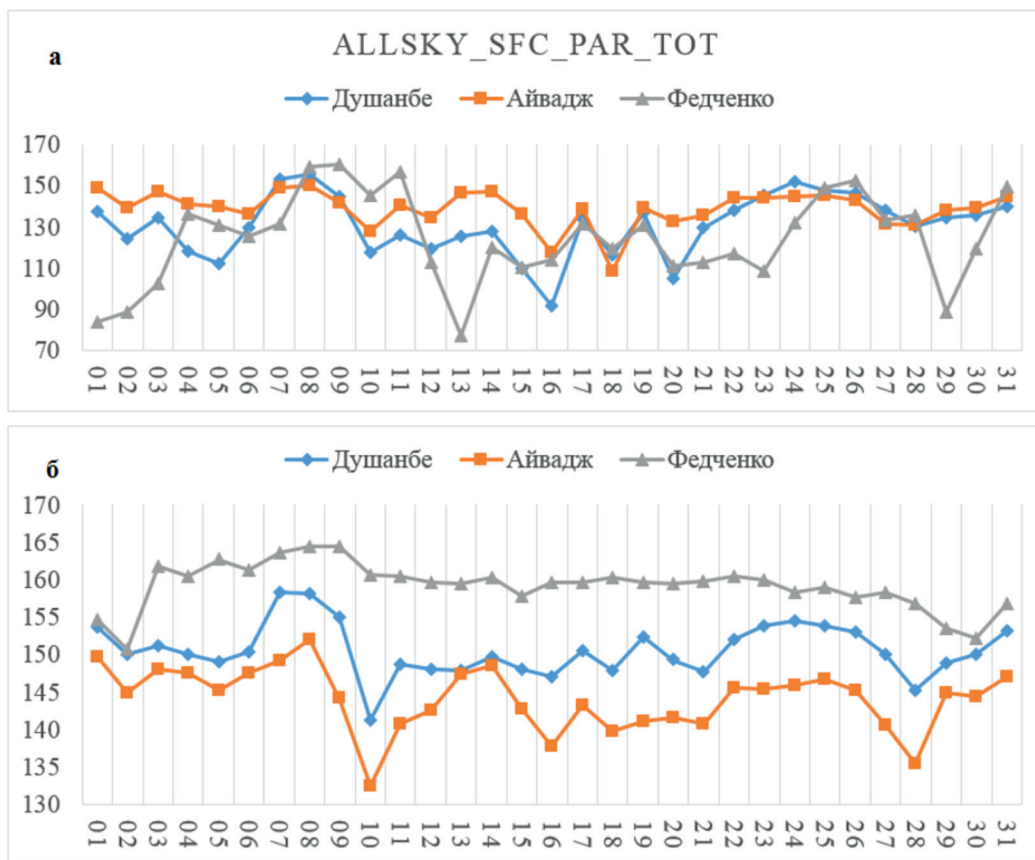


Расми 3. Тағйирёбии индекси шаффофияти ҳама инсолятсияи осмон барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пираҳи Федченко.

Чи тавре, ки дида мешавад коэффисиенти коррелятсия байни Душанбе ва Айвад хеле назаррас буда (0.87) вале байни Душанбе ва Федченко хеле хурдтар аст (0.28) ва байни Айваджу Федченко (0.55) вобастагии хубтар аст.

ALLSKY_SFC_PAR_TOT CERES SYN1deg - Радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл PAR (Вт/м²) ва CLRSKY_

SFC_PAR_TOT (Вт/м²)- Радиатсияи фотоактивии қисми тозаи осмон PAR (Вт/м²). Дар расми 4 тағйирёбии радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл дар тамоми осмон (расми ба) ва қисми тозаи он (расми бб) барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пиряхи Федченко оварда шудааст.



Расми 4. Тағйирёбии радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл дар тамоми осмон (а) ва қисми тозаи он (б) барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва тиряхи Федченко.

ALLSKY_SFC_UVA - Ҳама шуъҳои осмонии UV-A (В/м²), ALLSKY_SFC_UVB - Ҳама шуъҳои осмонии UV-B (В/м²) ва ALLSKY_SFC_UV_INDEX -Индекси ултрабунафш (бе андоза).

Яке аз муҳимтарин омил индекси ултрабунафш (UVI) стандарти байналмиллалӣ барои муайян кардани миқдори ултрабунафш мебошад, ки аз ҷониби Ташкилоти Умумиҷаҳонии Тандурусти (ТҶТ), Барномаи муҳити зисти Созмони Милали Муттаҳид (СММ) ва Созмони

ҷаҳонии метеорологӣ (СҶМ) таҳия шудааст. Он барои нишон додани таъсири манфии эҳтимолии радиатсияи ултрабунафш ва ташвиқ кардани одамон ба хифзи худ пешбинӣ шудааст. Ҳар қадаре ки UVR баланд бошад, ҳамон қадар эҳтимолияти зиён ба пӯст ва чашм зиёд мешавад ва ҳамон қадар вақт барои пайдоиши чунин зарар лозим аст. Муҳофизат аз офтоб бояд вақте истифода шавад, ки индекси ултрабунафш ба 3 баробар ё зиёдтар бошад. Индекси радиатсияи ултрабунафш

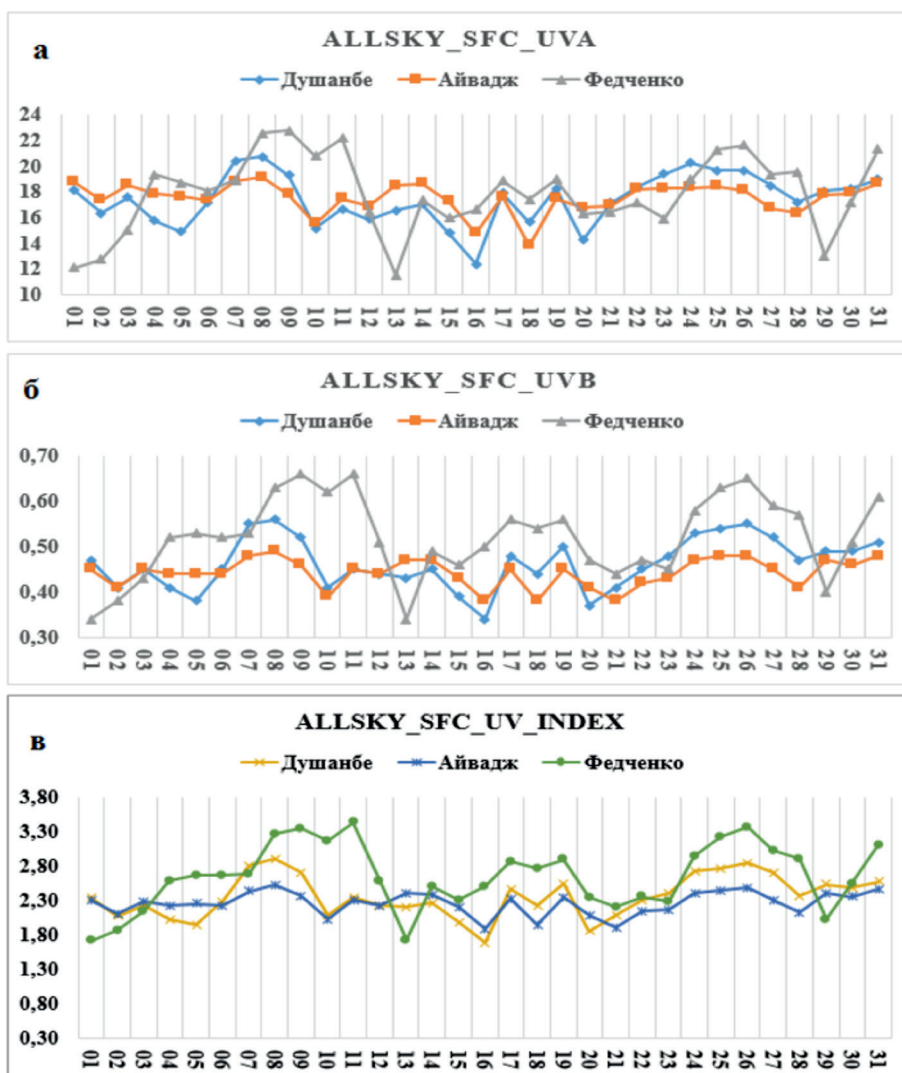
сатҳи радиатсияи ултрабунафши офтобро дар сатҳи Замин тавсиф мекунад ва дараҷаи хатареро барои инсонҳо аз ин радиатсия муайян мекунад. Минтақаи радиатсияи ултрабунафш мавҷоро дар доираи 100 – 400 нанометр (нм) дар бар мегирад ва шартан ба се гурӯҳ тақсим мешавад: UV-A (UVA) (315–400 нм); UVB (280–315 нм) ва UV-C (UVC) (100–280 нм).

Ҳама радиатсияҳои ултрабунафш-С, ки аз Офтоб ба Замин меоянд ва тақрибан 90% диапазони ултрабунафш UV-B ро озон, буғи об, оксиген ва гази карбон (диоксида карбон) фурӯ мебаранд. Таъсири атмосфера ба паҳншавии радиатсияи UV-A хеле камтар аст. Ҳамин тариқ, ра-

диатсияи ултрабунафш, ки ба сатҳи Замин мерасад, асосан аз радиатсияи ултрабунафш А ва як қисми ками радиатсияи ултрабунафш В иборат аст.

Индекси сатҳи таъсири офтобии ултрабунафш [8], агар хурд аз 2 ё камтар бошад ҳамчун “паст”; байни 3-5 чун “миёна”; байни 6-7 чун “баланд”; ва “ хеле баланд” ҳудуди 8-10 инчунин калон аз 11 “шадид” арзёби карда шудааст.

Дар расми 7 тағйирёбии рузонаи нури ултрабунафши А (расми 5а) ва В (расми 5б) инчунин индекси он (расми 5в) барои барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пирыҳи Федченко дар моҳи июли соли 2021 оварда шудааст.

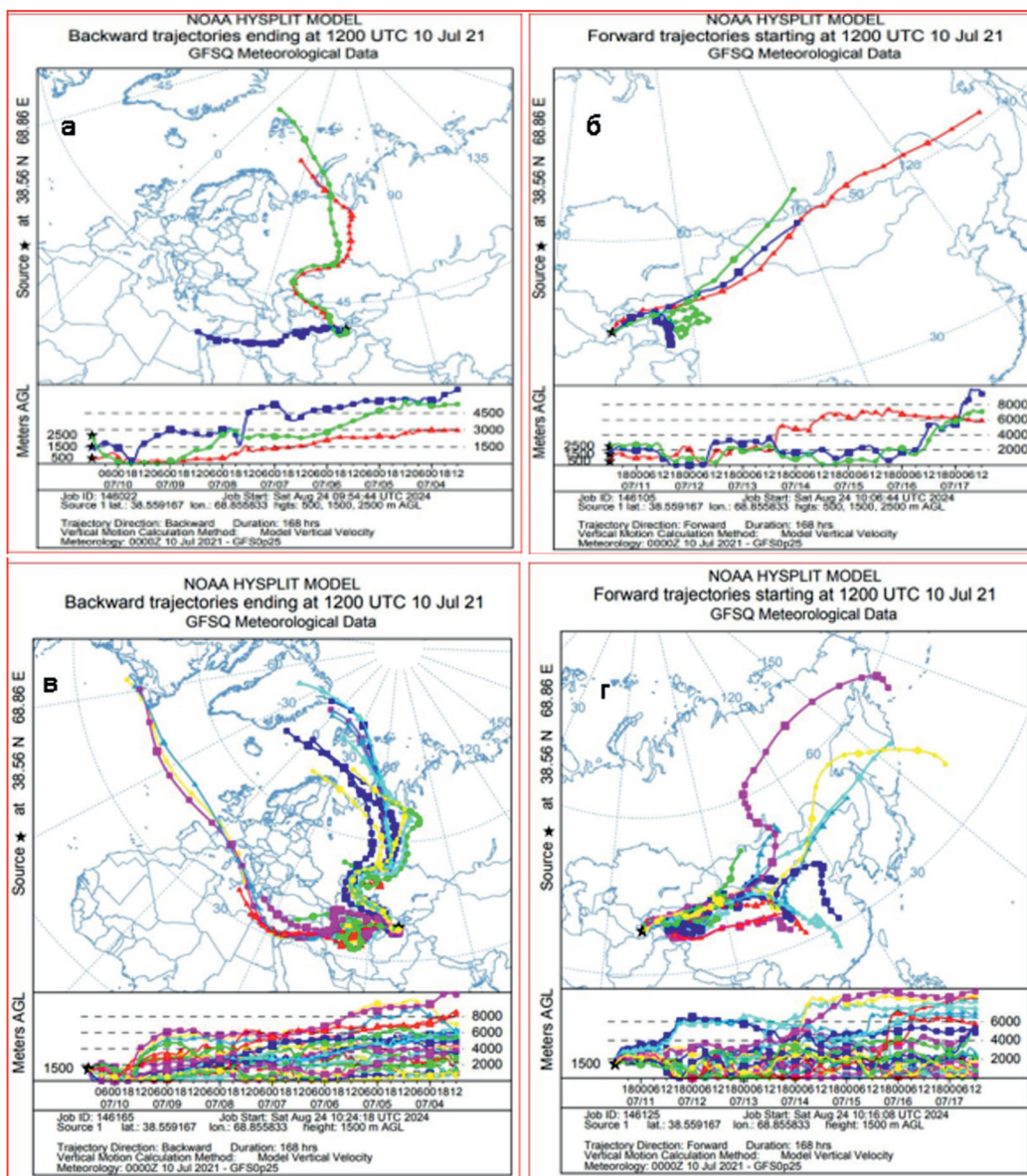


Расми 5. Тағйирёбии рузонаи нури ултрабунафши А (а) ва В (б) инчунин индекси он (в) барои барои биёбони Айвадж, атмосфераи шаҳри Душанбе ва пирыҳи Федченко дар моҳи июли соли 2021.

Қимати миёнаи моҳонаи нури ултрабунафши А (расми 5а) барои Душанбе -17,40, барои биёбони Айвадж-17,51 ва барои пираҳи Федченко-17,87 В/м² аст. Қимати миёнаи моҳонаи нури ултрабунафши Б (расми 5б) барои Душанбе -0,46, барои биёбони Айвадж-0,44 ва барои пираҳи Федченко-0,52 В/м² аст. Қимати миёнаи моҳонаи нури ултрабунафши Б (расми 5б) барои Душанбе -2,35, барои биёбони Айвадж-2,26 ва барои пираҳи Федченко-2,64 аст. Ва ин аз тозагии ҳа-

вои баландкуҳ шаҳодат медиҳад, вале аз дигар тараф ҳавфи суختани пушт дар баландкуҳро эҷод мекунад. Масалан аз 08-11; 24-26 ва 31 июли соли 2021 индекси аз 3 зиёд ба қайд гирифта шудааст, ки он муҳофизат аз нури Офтобро тақозо менамояд.

Ва барои рузҳои ифлос-мавҷудияти абру, аэрозолҳо, ҷангу ғубор ин қиматҳо аз қимати миёна хеле хурданд ва муҳофизат аз нури Офтобро талаб намекунад.



Расми 6. Масири баръакс (расми ба ва расми бв) ва масири ояндаи (расми бб ва расми бг) самти сели ҳавое, ки 10 июли соли 2021 ба Тоҷикистон воридишуда ва аз он ба қишварҳои дигар интиқолишуда барои баландиҳои 500м, 1500м ва 2500м аз сатҳи замин (расми ба ва расми бв) ва 27 масир барои баландии 1500м (расми бб ва расми бг) барои 7 руз (168соат).

Аз ин таҳқиқотҳо муайян карда шуд, ки чангу ғубори 10 июли 2021 ба Тоҷикистон ворид гардида то ба пирахии Федченко расидааст, исботи ин хулоса минимумҳои дар се минтақа бақайдгирифташудаи дар расмҳои 2-5 овардашуда мебошад.

Бо истофода аз модели NYSPLIT [9] дар расми б масири баръакс (расми ба ва расми бв) ва масири ояндаи (расми бб ва расми бг) самти сели ҳаво, ки 10 июли соли 2021 ба Тоҷикистон воридшуда ва аз он ба кишварҳои дигар интиқолшуда барои баландҳои 500м, 1500м ва 2500м аз сатҳи замин (расми ба ва расми бв) ва 27 масир барои баландии 1500м (расми бб ва расми бг) барои 7 руз (168соат) пешниҳод шудааст. Чи тавре, ки муайян карда шуд чангу ғубор ба марзи Тоҷикистон аз боди қисми ғарбии уқёнуси Атлантик оғоз гардида дар шимоли Африқо, биёбони Саҳрои Кабир (Саҳара) чангу ғуборро то биёбонҳои Эрон (Дашти Кабир ва Дашти Лут) ва биёбонҳои Осиёи Марказӣ (Аралқум, Қароқум ва Қизилқум) интиқол дода ба Тоҷикистон аз ғарб ва ҷануби он ворид гардид (расми ба ва расми бв). Баъдан қисме аз чангу ғубор ба самти шимолу ғарби Тоҷикистон ба кишварҳои ҳамсоя ҳаракат намудааст (расми бб ва расми бг). Дар ин самт чангу ғубор аз болҳои пирахҳои Тоҷикистон (хусусан пирахии Федченко) убура кардааст, ки ба ин ақида расмҳои 2-6 шаҳодат медиҳанд, зеро дар санаи 10 июли соли 2021 минимумҳои дар расмҳои 2-5 ва масири самти ҳаракати шамол шаҳодат медиҳанд.

Хулоса

Дар натиҷаи таҳқиқоти ҳосиятҳои радиатсионии нури Офтоб дар атмосфераи минтақаи биёбон, шаҳри Бузург ва минтақаи баландкӯх муайян карда шуд, ки вобаста ба баландии ин омилҳо ба таври назаррас аз ҳамдигар фарқ мекунад. Дар мисоли чангу ғубори 10 июли соли 2021 муайян карда шуд ки фазои на танҳо Тоҷикистон балки марзҳои кишварҳои

дар самти “тасмаи чангу ғубор” ҷойгирбуда ва шимолтар аз он то Арктика зери таъсири он қарор дорад.

Адабиёт

1. Nazarov, B. I. Optical and Microphysical Parameters of Arid Dust Aerosol. / B. I. Nazarov, V. A. Maslov, and S. F. Abdullaev // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, © Pleiades Publishing, Ltd., 2010. V.46. N 4. P. 468–474.
2. Hofer, J. Long-term profiling of mineral dust and pollution aerosol with multiwavelength polarization Raman lidar at the Central Asian site of Dushanbe, Tajikistan: case studies / J. Hofer, D., Althausen, S. F. Abdullaev et al. // *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 14559-14577, <https://doi.org/10.5194/acp-17-14559-145772017>, 2017.
3. Abdullaev, S. F. Main Characteristics of Dust Storm sand Their Radiative Impacts: With a Focus on Tajikistan / S. F. Abdullaev and I. N. Sokolik // *J. Atmos. Sci. Res.*, 2, <https://doi.org/10.30564/jasr.v2i2.352>, 2019.
4. Abdullaev, S. F. Assessment of the Influences of Dust Storms on Cotton Production in Tajikistan / S. F. Abdullaev and I. N. Sokolik // *Landscape Series*, Vol. 17, Garik Gutman et al. (Eds): *Landscape Dynamics of Drylands across Greater Central Asia: People, Societies and Ecosystems*, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30742-4_6
5. Манбаи интернет: <https://studfile.net/preview/9495308/page:18/> (Санаи мурочиат -20 май соли 2024)
6. Манбаи интернет: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (Санаи мурочиат -20 май соли 2024)
7. Манбаи интернет: <https://meteoinfo.ru/uvi> (Санаи мурочиат -20 май соли 2024).
8. Ваҳобов Р.Р. Мониторинги хусусиятҳои радиатсионии атмосфераи минтақаи нимхушки Тоҷикистон / Р.Р.

Вахобов // Паёми политехникӣ (бахши Интелекет, Инноватсия, инвеститсия). - 2022. - №1(57). - С.25-29

= archive (Санаи мурочиат -20 май соли 2024).

9. Манбаи интернет: <https://www.ready.noaa.gov/hyprub-bin/trajtype.pl?run type>

ИЗМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

Вахобов Р.Р., Абдуллозода С.Ф.

Аннотация: В данной статье с использованием спутниковых данных изучены результаты сравнительного изучения изменений радиационных характеристик атмосферы в различных регионах Таджикистана, таких как Душанбе, пустыня Айвадж и высокогорный район ледника Федченко. Исследования показали, что приток тяжелой пыли 10 июля 2021 года затронет не только Душанбе и пустыню Айваджа, но и высокогорной леднике Федченко.

Ключевые слова. Солнечное излучение, пыль, аэрозольная оптическая толщина, альbedo, коротковолновое излучение, длинноволновое излучение.

CHANGES IN RADIATION CHARACTERISTICS OF THE ATMOSPHERE IN DIFFERENT REGIONS OF TAJIKISTAN

Vakhobov R.R., Abdullozoda S.F.

Abstract: In this paper, using satellite data, the results of a comparative study of changes in the radiation characteristics of the atmosphere in different regions of Tajikistan, such as Dushanbe, the Aivaj Desert and the high-mountain area of the Fedchenko Glacier, are studied. The study showed that the influx of heavy dust on July 10, 2021 will affect not only Dushanbe and the Aivaj Desert, but also the high-mountainous Fedchenko Glacier.

Keywords. Solar radiation, dust, aerosol optical thickness, albedo, shortwave radiation, longwave radiation.

Маълумот оиди муаллифон: Вахобов Рачабали Рустамович, докторанти PhD, ИФТ ба номи С.У Умарови АМИТ. E-mail: rajabali.r.vahobov@gmail.com; Абдуллозода Сабур Фузайл, д.и.ф.м., ИФТ ба номи С.У Умарови АМИТ, профессор. E-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com

Сведения об авторах: Вахобов Раджабали Рустамович, докторант PhD, ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ. E-mail: rajabali.r.vahobov@gmail.com; Абдуллозода Сабур Фузайл, д.ф.-м.н., профессор, ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ. E-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com

Information about the authors: Vakhobov Rajabali Rustamovich, PhD student, S.U. Umarov PhTI NAST. E-mail: rajabali.r.vahobov@gmail.com; Abdullozoda Sabur Fuzail, dr.of Sci, Professor, S.U. Umarov PhTI NAST. E-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДОЛИНЫ ЯГНОБ

Абдушукуров Д.А., Шаймурадов Ф.И., Эмомов К.Ф., Бобозода С.Ф.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация: Проведено исследования состояния поверхностных вод в долине Ягноб горной части бассейна реки Зеравшан. Исследования про-водились методом изучения стабильных изотопов воды на спектрометре «Picarro L2110-I». Коэффициент математической корреляции для августа месяца составил 0,5. Это немного меньше чем в мае и вызвано, тем, что в летние месяцы в водный цикл добавляется еще один процесс, а именно ис-парение с влаги с поверхности рек и озер. В процессе испарения в первую очередь испаряется вода содержащая легкие изотопы, оставшаяся вода обогащается тяжелыми изотопами. Несмотря на то, что верховья Ягноба расположены выше Джиджикрута, вода в них немного тяжелея. Это вы-звано тем, что в Ягнобе дуют как северные, так и западные ветра.

Ключевые слова: стабильные изотопы, дейтерий, тяжелая вода, лег-кая вода, река Ягноб, река Зеравшан.

Ягноб – Правый приток реки Фонда-рье на севере Таджикистана с площадью водосборного бассейна 1650 км². Река небольшая и ее длина составляет всего 120 км.

В верховьях реки находятся два наиболее развитых центра оледене-ния. Сама река, зарождается в гроте небольшого ледника, находящегося на высоте около 3650 м. Верховья реки Ягноб по очерта-ниям, напоминают обширный цирк, име-ющий в поперечнике около 20 км. В этой части бас-сейна, ручьи, питающиеся сне-гами и ледниками, стекают по радиусу в русло реки Ягноб, и составляют весьма существенную долю в общем питании реки.

Река протекает в узком горном ущелье в западном направлении вдоль южного края Зеравшанских гор. Горы к югу от долины Ягноба образуют границу между Согдийской областью на севере и Райо-нами республиканского подчинения на юге. К верхней части долины Ягноба от населённого пункта Анзоб ведет узкая проселочная дорога до села Маргиб. На расстоянии 16 км за Маргибом проезжая часть дороги заканчивается. Сёла, нахо-

дящиеся выше по течению, а также паст-бища в верхней части долины доступны только по пешим тропам [1].

У селения Такфон, которое находится в 7 км вниз по течению от Анзоба, к до-лине Ягноб с юга примыкает трасса М34 Душанбе и Худжанд, которая пролегает вдоль реки на последних 10 км её течения. У населённо-го пункта Зеравшан-1 Ягноб сливается с рекой Искандердарья, в ре-зультате чего образуется река Фандарья.

Далее на западе от слияния рек на-ходится наиболее узкая часть бас-сейна шириной около 8 км. Долина реки Яг-ноб, сильно суженная в верх-нем течении близ устья Ямансу, заметно расширяется, склоны ее становят-ся мягкими и доволь-но отлогими. В среднем течении (от села Новобад до села Хширтаб) долина боль-шей частью узкая и нередко представляет со-бой глубокое ущелье. Здесь, так же как и в бассейне реки Матча, наблюда-ется однообразное расположение притоков, оси которых почти нормальны к общему направлению реки Ягноб.

В нижнем течении реки Ягноб благо-даря более сложной орографии одноо-бразие гидрографической сети нарушает-

ся. Однако крупных притоков Ягноб все же и здесь не имеет (только у трех из них площади бассейна превышают 100 км², но меньше 150 км²).

Начало половодья на реке Ягноб приходится на середину апреля, расходы воды достигают наибольших величин в июне; средний июльский расход незначительно меньше июньского, дальше расходы воды резко падают, уменьшение их продолжается до февраля-марта.

Средний расход взвешенных наносов реки Ягноб у села Такфон исчисляется 9,79 кг/секунду (308 тыс. т за год), а средняя мутность воды равна 0,298 кг/м³. Таким образом, с 1 км² водосбора реки Яг-

ноб выше села Такфон в среднем за год выносятся 212 т взвешенных наносов.

В ходе экспедиционных работ были проведены отборы проб воды с бассейна реки Зеравшан – с рек Ягноб, Чоре, Фондарья, Искандардаря и самой реки Зеравшан (Хушекат), географические данные точек отбора проб приведены в таблице 1. Были также отобраны 5 проб для определения стабильных изотопов дейтерия $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$. Также во время отбора проб, в полевых условиях выполнялись экспресс-анализы воды с помощью портативных приборов: кондуктометра (Cond 3110) и рН метра (рН 3110), результаты которых также приведены в таблице 1.

Таблица 1

Координаты точек отбора проб и результаты физико-химических анализов

№	Место отбора проб	С.Ш.	В.Д.	Высота над у.м.	Электропроводность, в mS	рН
1.	река Ягноб	39°11,994	068°38,419	1726	0,18	8,2
2.	река Чоре	39°18,339	068°32,015	1459	0,33	8,6
3.	река Фондарья	39°18,329	068°32,031	1458	0,18	8,4
4.	река Искандардаря	39°04,560	068°22,278	2190	0,11	8,2
5.	река Зеравшан (Хушекат)	39°25,110	068°30,625	1365	0,17	8,0

Удельная проводимость (Cond) вод напрямую зависит от концентрации растворённых в водах солей. Удельная электрическая проводимость воды зависит от температуры, характера ионов и их концентрации. Как видно из таблицы 1 высокая удельная проводимость выявлена в точке 2, в реке Чоре, где она составила 0,33 mS. Наименьшее значение удельной проводимости зафиксировано в пробе 4, в реке Искандардаря, где она составила 0,11 mS.

Значения рН в опробованных водах изменяются незначительно, от 8,0 до 8,6, т.е. поверхностные воды являются слабощелочными. Наименьшее значение рН 8,0 зафиксировано в точке 5 реки Зеравшан

(Хушекат), максимальное 8,6 в точке 2 в реке Чоре.

Как водород, так и кислород, являющиеся составными элементами воды, содержат главным образом легкие изотопы. При испарении воды из океана более тяжелые изотопы конденсируются первыми и выпадают в виде дождя раньше, чем более легкие изотопы. Основная масса водяных испарений в атмосфере образуется над океанами. Таким образом, чем дальше от побережья океанов выпадают осадки, тем меньше тяжелых изотопов содержатся в них.

Данные анализов позволяют гидрологам находить источники подземных вод, а климатологам лучше познавать историю

изменения климата и прогнозировать будущие события по мере изменения климата. Применение изотопных методов дает возможность получать информацию о длительных периодах изменения погодных условий, происходивших на протяжении тысяч лет. Их характерные признаки сохраняются везде, где остаются следы гидрологического цикла - в океане и озерных отложениях, в годичных кольцах деревьев, ледниках и полярных льдах, пещерных отложениях и в подземных водах.

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 коррели-

руют между собой [2-4]. 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 метеорных вод (LMWL), которые могут заметно отличаться.

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

Результаты изотопного анализа отобранных проб приведены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2

Результаты изотопного состава $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ исследуемых вод

№	Место отбора проб	$\delta^{18}\text{O}$ (в ‰)	$\delta^2\text{H}$ (в ‰)	d-excess
1	река Ягноб	-12	-74.3	21.7
2	река Чоре	-11.36	-72.4	18.5
3	река Фондаря	-11.74	-73.4	20.5
4	река Искандардаря	-11.65	-72.6	20.6
5	река Зеравшан (Хушекат)	-12.6	-79.5	21.3

Изотопные данные выражены в относительных единицах:

$$\delta X = (R_{\text{пр}}/R_{\text{ст}} - 1) \cdot 1000\text{‰},$$

где R - атомные отношения изотопов водорода ($2\text{H}/1\text{H}$) или кислорода ($18\text{O}/16\text{O}$) в пробе (пр) и стандарте (ст), X - изотоп. Величина δ показывает, насколько проба обеднена ($\delta < 0$) или обогащена ($\delta > 0$) тяжелым изотопом относительно

стандарта ($\delta = 0$). В качестве эталона используется стандарт средней океанической воды V-SMOW (Vienna Standard of the Mean Ocean Water), для которого по определению $\delta^2\text{H} = 0\text{‰}$ и $\delta^{18}\text{O} = 0\text{‰}$ (‰ - промилле, тысячная доля числа). Точность измерения составляла $\pm 0,05\text{‰}$.

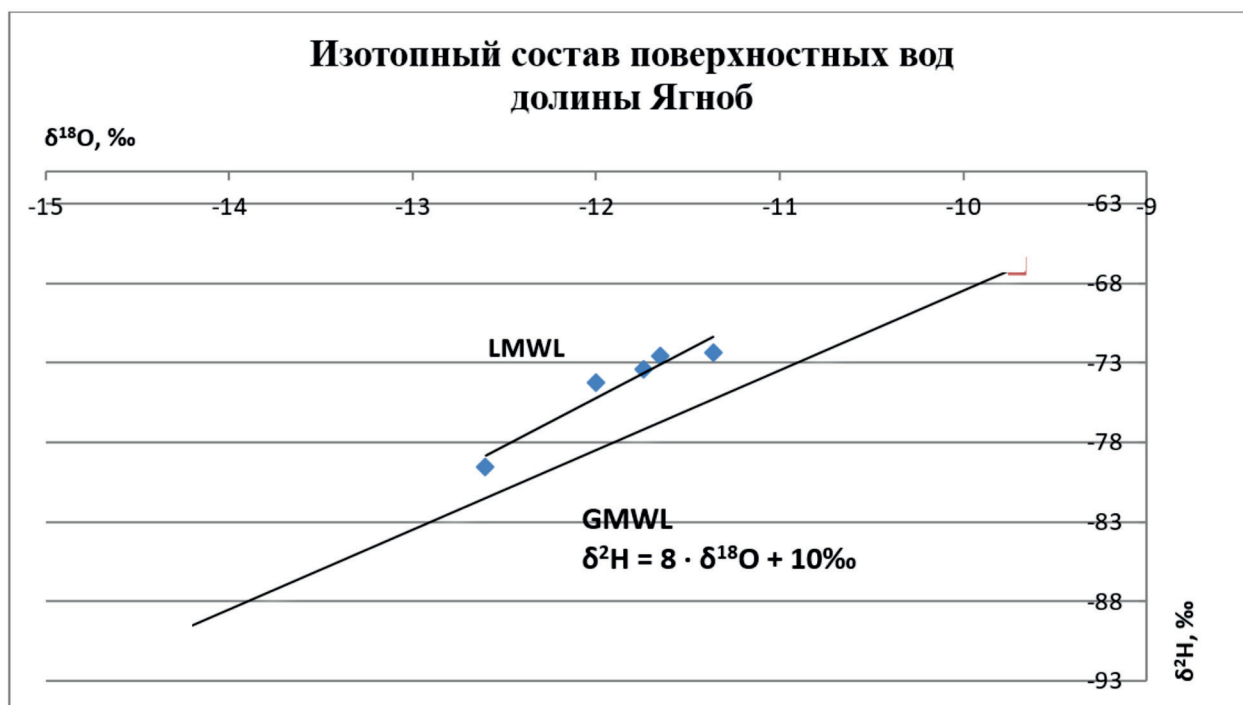


Рисунок 1. График изотопного состава поверхностных вод долины Ягноб

Определение стабильных изотопов $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ проводилось в лазерном изотопном анализаторе PICARRO L 2110-i в ИВП, ГЭ и Э НАНТ. Все измеренные отношения изотопов лежат гораздо выше глобальной линии метеорных вод (GMWL), которая соответствует океанической воде. Это явление может быть объяснено тем, что Таджикистан расположен в глубине континента, вдали от мировых океанов. Тучевые облака, формирующиеся в основном над океанами, проходят длинные расстояния, прежде чем выпасть в качестве осадков. Согласно силе законов гравитации, в первую очередь выпадают тяжелые изотопы, а облака обогащаются легкими изотопами.

Как показывают результаты анализов, среди исследуемых проб точка 5 река Зеравшан (Хушекат) является самой легкой водой, а проба 2 река Чоре обогащена тяжелыми изотопами ^{18}O и ^2H , среди исследуемых проб. Северные ветра проникают через Шахристанский перевал, западные ветра, проникающие со стороны Пенджикента, и южные ветра со стороны Гиссарского хребта. Западный

ветер смешивается с северным, хотя они имеют разный генезис и соответственно разный изотопный состав. Южный ветер в сильно ослабленном виде проникает через Гиссарский хребет, но его осадки в основном выпадают на северных склонах Гиссарского хребта. Это хорошо прослеживается по реке Джиджикрут, верховья которой хорошо увлажнены северными осадками, а низовья находятся в сильно засушливой зоне. Еще лучше это прослеживается в долине реки Анзоб. Анзобский перевал, будучи самой низкой точкой в Гиссарском хребте значительно больше пропускает южные ветра. В долине наблюдаются альпийские луга и буйная растительность. Облака, достигающие устья реки Анзоб подхватываются западными ветрами и уносятся в верховья реки Ягноб, где осадки выпадают на высокогорные ледники и снежники.

Коэффициент математической корреляции для августа составляет 0,5. Это немного меньше чем в мае и вызвано тем, что в летние месяцы добавляется еще один процесс, а именно испарение с поверхности рек и озер. В процессе испарения

рения в первую очередь испаряется вода содержащая легкие изотопы, оставшаяся вода обогащается тяжелыми изотопами. Несмотря на то, что верховья Ягноба расположены выше Джиджикрута, вода в них немного тяжелея. Это вызвано тем, что в Ягнобе дуют как северные ветра, так и западные.

Наиболее легкая вода содержится в самой реке Зеравшане. Основное питание река получает от таяния ледников Зеравшанский и Рама. До границы с Республикой Узбекистан вода в реке остается наиболее легкой, что свидетельствует о том, что основным питанием Зеравшана является ледниково-вая вода.

Показатели стабильных изотопов использовались для оценки качества поверхностных вод долины Ягноб. Результаты физико-химических анализов показали, что исследуемые воды имеют низкую электропроводность и значения рН являются слабощелочными. К сожалению, единичные пробы, отобранные в рамках экспедиции, не дают основания для оценки влияния распределения осадков, речного стока на системы водопользования.

Для этого нужно проводить регулярно отборы проб и анализы стабильных изотопов в течение года или нескольких лет. Чтобы получить более детальную картину состояния водных ресурсов в этом регионе, необходимо развивать данное направление исследований.

Литература

1. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. –Л.: «Гидрометеиздат», 1965.
2. Stable Isotope. Hydrology. Deuterium and oxygen-18 in water cycle. IAEA TRS-210. Vienna: IAEA, 1981. -439 p.
3. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // Science, 1961. N 133. P. 1702–1703.
4. Ферронский В.И., Поляков В.А. Изотопы гидросферы Земли. –М.: Недра, 2009. -632 с.
5. Каталог ледников СССР, Т. 14, Средняя Азия, Выпуск 3, Часть 5. –Л.: «Гидрометеиздат», 1980.
6. Атлас Таджикской ССР. –М., 1968.
7. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. Государственный стандарт СССР. –М, 1983.

АРЗЁБИИ ҲОЛАТИ ОБҲОИ РҶИЗАМИНИИ ВОДИИ ЯГНОБ

Абдушукуров Д.А., Шаймурадов Ф.И., Эмомов К.Ф., Бобозода С.Ф.

Аннотатсия: Барои арзёбии ҳолати обҳои рӯизаминии водии Ягноб дар қисмати кӯҳии ҳавзаи дарёи Зарафшон тадқиқот гузаронида шуд. Тадқиқот тавассути омӯзиши изотопҳои устувори об бо истифода аз спектрометри Picasso L2110-1 гузаронида шуд. Коэффисиенти таносуби математикӣ дар моҳи август ба 0,5 баробар аст. Ин назар ба моҳи май ка-ме камтар аст ва ба он вобаста аст, ки дар моҳҳои тобистон як раванди ди-гар, яъне бухоришавӣ аз рӯи дарёҳо ва кӯлҳо илова мешавад. Дар чараёни бухоришавӣ обе, ки изотопҳои сабук дорад аввал ва оби боқимонда бо изотопҳои вазнин бой мешавад. Сарфи назар аз он, ки маҷрои болои Ягноб дар болои Чичикрут ҷойгир аст, об дар онҳо каме вазнинтар аст. Ин аз он сабаб аст, ки дар Ягноб шамоли шимолӣ ва гарбӣ мевазад.

Калидвожаҳо: изотопи устувор, дейтерий, оби вазнин, оби сабук, дарёи Ягноб, дарёи Зарафшон.

ASSESSMENT OF THE STATE OF SURFACE WATERS IN THE YAGNOB VALLEY

Abdushukurov D.A. , Shaimuradov F.I., Emomov K.F., Bobozoda S.F.

Annotation: *A study was conducted to assess the condition of surface waters in the Yagnob Valley in the mountainous part of the Zeravshan River basin. The studies were conducted using the method of studying stable water isotopes on a Picarro L2110-I spectrometer. The coefficient of mathematical correlation for August is 0.5. This is slightly less than in May and is due to the fact that another process is added in the summer months, namely evaporation from the surface of rivers and lakes. During evaporation, water containing light isotopes evaporates first, and the remaining water is enriched with heavy iso-topes. Despite the fact that the upper reaches of the Yagnob are located above Dzhidzhikrut, the water in them is slightly heavier. This is due to the fact that both northern and western winds blow in Yagnob..*

Key words: *stable isotopes, deuterium, heavy water, light water, Yagnob River, Zeravshan River.*

Маълумот онди муаллифон: Абдушукуров Чамшед Алиевич – номзади илмҳои физика-математика, ходими калони илми озмоишгоҳи сифати об ва экологияи Институди масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Телефон: (+992) 919-00-08-32, E-mail: abdushukurov.dj@gmail.com; Шаймурадов Фирдавс Иноятович – номзади илмҳои техникӣ, мудири озмоишгоҳи сифати об ва экологияи Институди масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Тел: +992 888888220, E-mail: sh.firdavs-80@mail.ru; Эмомов Каримҷон Файзиддинович – номзади илмҳои техникӣ, ходими калони илми озмоишгоҳи озмоишгоҳи сифати об ва экологияи Институди масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Тел: +992 934406504, E-mail: imomov-08@mail.ru; Бобозода Сухроб Файзалӣ – унвонҷӯи озмоишгоҳи озмоишгоҳи сифати об ва экологияи Институди масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Тел: +992 884000273; E-mail: rhrl1952@mail.ru

Сведения об авторах: Абдушукуров Джамшед Алиевич - кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории качества воды и экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Телефон: (+992) 919-00-08-32, E-mail: abdushukurov.dj@gmail.com; Шаймурадов Фирдавс Иноятович – кандидат технических наук, заведующий лабораторией качества воды и экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Тел: +992 888888220, E-mail: sh.firdavs-80@mail.ru; Эмомов Каримҷон Файзиддинович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории качества воды и экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Тел: +992 934406504, E-mail: imomov-08@mail.ru; Бобозода Сухроб Файзалӣ – соискатель лаборатории качества воды и экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Тел: +992 884000273, E-mail: rhrl1952@mail.ru.

Information about the authors: Abdushukurov Jamshed Alievich - candidate of physical and mathematical sciences, senior researcher of laboratory water quality and ecology of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Telephone: (+992) 919-00-08-32, E-mail: abdushukurov.dj@gmail.com; Shaimuradov Firdavs Inoyatovich – candidate of technical sciences, head of the laboratory of water quality and ecology of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Тел: +992 888888220, E-mail: sh.firdavs-80@mail.ru; Emomov Karimjon Fayziddinovich - candidate of Technical Sciences, senior researcher of laboratory water quality and ecology of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Tel: +992 934406504, E-mail: imomov-08@mail.ru; Bobozoda Sukhrob Faizali - Water Quality and Ecology Laboratory Applicant of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Tel: +992 884000273, E-mail: rhrl1952@mail.ru.

ХУСУСИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ СИФАТИ ОБ АЗ РҶИ НИШОНДИҲАНДАИ ТИРРАГӢ ДАР МИСОЛИ ДАРӢИ ВАРЗОБ

*Фазлиддини Н., Холназарова З.Д., Толибова У.О., Амирзода О.Ҳ.
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ*

Аннотатсия. Дар мақолаи мазкур оид ба низоми мониторинги экологӣ вобаста ба хусусиятҳои тағйирёбии нишондиҳандаҳои сифати об, аз қабилӣ: тиррагӣ, дурушӣ ва миқдори боқимондаҳои хушк таҳқиқот гузаронида шудааст. Муайян карда шудааст, ки дараҷаи ифлосшавии об аз рӯи тиррагӣ бештар аз шароитҳои иқлимӣ вобастагӣ дошта, қимати он фосилаи хеле калон дорад. Ҳамзамон хусусиятҳои тағйирёбии сифати об вобаста ба моҳҳо ва фаслҳои сол мавриди таҳқиқ қарор дода шуда, муқаррар карда шудааст, ки нишондиҳандаи тиррагӣ барои давраи солҳои интиҳобӣ (солҳои 2016 – 2023) дар мавсими баҳору тобистон қимати он 7755 мг/л буда, дар фасли сармо ба 2,7 мг/л баробар мебошад.

Муодилаи болоравӣ ва камшавии нишондиҳандаҳои тиррагӣ пешниҳод шудааст, ки тамоюли тағйирёбии сифати обро вобаста ба солҳо нишон медиҳад.

Калидвожаҳо. Низоми мониторинги экологӣ, сифати об, канал, ҳавзи танзими шабонарӯзӣ, оби нӯшокӣ, идоракунии сифати об.

Муқаддима. Мониторинги экологӣ аз рӯи нишондиҳандаҳои сифати тағйирёбии захираҳои об барои нигоҳ доштани талабот ба сифати оби нӯшокӣ ва пешгӯии дараҷаи ифлосшавии он, яке аз масъалаҳои муҳим маҳсуб меёбад.

Маълум аст, ки таи солҳои охир вобаста ба таъсири омилҳои гуногун сифати захираҳои об назаррас коҳиш меёбанд, ки ин васила ба коҳишёбии рушди соҳаҳои мухталифи иқтисодӣ иҷтимоӣ, саноат, кишоварзӣ ва сатҳи некӯахлоқии мардум оварда мерасонад. Мониторинги захираҳои об аз рӯи сифати тағйирёбии об барои мушоҳида ва назорати пайваста, пешгӯии дараҷаи ифлосшавии он ва идоракунии сифати об дар шароитҳои иқлимӣ, муҳиму аввалиндараҷа арзёбӣ мегардад.

Бахусус ба роҳ мондани тарзу усулҳои муосири мониторинги экологии об аз рӯи сифати он тақозои замони шумораи рафта, дар таъмини аҳолии бо оби тоза нӯшокӣ ва бо ин васила пешгирӣ намудани бемориҳои сироятии тавассути об паҳншавандаро, таъмин хоҳад намуд [1].

Барои мониторинг ва арзёбии сифати обҳои табиӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

истифодаи низоми консентратсияи ҳадди имконпазир ва ҳисоб намудани индекси ифлосшавии об истифода карда мешавад. Яке аз роҳҳои самараноки мониторинги сифати обҳои табиӣ истифодаи васеи технологияҳои ба низоми иттилоотӣ чуғрофӣ асосёфта маҳсуб меёбад.

Ҳамзамон бо истифодаи таҷҳизоти кайҳонӣ ва наворҳои моҳворагӣ мониторинг ва арзёбӣ намудани сифати захираҳои об афзалияти бештарро касб намудааст. Истифодаи чунин технологияҳо имкон медиҳанд, ки нишондиҳандаҳои сифати об дар маҷрои дарёҳо зерин назорат гирифта шуда, коркарди саривақтии чорабиниҳо ҷиҳати коҳиш додани сарбориҳо ба объектҳои об, инчунин иттилоотонии аҳолии оид ба тағйирёбии сифати об ва пешгӯии дараҷаи ифлосшавии об, маълумотҳои очилӣ пешниҳод карда шаванд. Дар бисёр мавридҳо технологияҳои низоми иттилоотӣ чуғрофӣ барои арзёбии биомаҳсулнокии объектҳои об, инвентаризатсияи онҳо ва таҳияи харитаҳои хоҷагии об истифода бурда мешаванд [2].

Ҷиҳати ҳалли масъалаҳои зикргардида, ташкили мониторинги сифати об, таҳқиқи хусусиятҳои тағйирёбии нишон-

дихандаҳои сифати об вобаста ба шароитҳои иқлимӣ ва таъсири омилҳои гуногун дар назди олимону мутахассисон, яке аз вазифаҳои муҳим арзёбӣ мегардад.

Мақсади таҳқиқоти мазкур аз таҳлили хусусиятҳои тағйирёбии сифати об аз рӯи нишондиҳандаи тиррагӣ вобаста ба таъсири омилҳои гуногун иборат буда, ҳамзамон оид ба хусусиятҳои тағйирёбии дуруштии об ва миқдори боқимондаҳои хушк, таҳлилҳои қиёсӣ гузаронида шудааст.

Маводҳо ва усулҳои таҳқиқот. Ба сифати маводҳои таҳқиқотӣ дар мақолаи мазкур маълумотҳои омории Агенсии обуҳавошиносӣ, натиҷаҳои таҳқиқии озмоишгоҳи назорати истеҳсоли сифати оби КВД “Обу корези Душанбе”, натиҷаҳои таҳқиқоти олимон ва дигар сарчашмаҳои дастрас аз шабакаҳои интернетӣ истифода

да карда шудаанд. Ҳамзамон усулҳои омӯзиши низоми маҷмӯӣ, қиёсӣ, таҳлилҳои оморӣ ва муқамалгардонии маълумотҳо мавриди истифода қарор дода шудаанд.

Дар асоси нишондиҳандаҳои миёнамоҳона ва миёнасолонаи сифати об аз рӯи тиррагӣ дар нуқтаҳои манбаҳои оби нӯшокӣ: дар канали дериватсионӣ (канал) ва ҳавзи танзими шабонарӯзии (ҳавз) иншооти обтайёркунӣ, чихати муайян намудани хусусиятҳои тағйирёбии сифати об аз ҷониби мо, таҳлилҳои қиёсӣ гузаронида шуд. Таҳлили нишондиҳандаҳо аз рӯи тиррагии об муҳлати 8 сол, давоми солҳои 2016 – 2023 дар бар мегирад. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки тағйирёбии нишондиҳандаҳо дар канал ва ҳавз аз рӯи тиррагӣ хеле фосилаи калон дорад (расми 1).



Расми 1. – Нишондиҳандаи миёнабисёрсолонаи тиррагии об дар канал ва ҳавз

Бояд зикр намуд, ки нишондиҳандаҳои тиррагии об дар канал вобаста ба моҳҳо давоми солҳои интиҳобӣ хеле фосилаҳои гуногун дорад. Аз ҳама нишондодҳои минималии тиррагӣ соли 2018 дар моҳи январ ба қайд гирифта шудааст, ки он ба 3,96 мг/л баробар мебошад. Нишондодҳои максималии миёнамоҳонаи тиррагӣ соли 2016 моҳи июл мебошад, ки он ба 1466,4 мг/л баробар мебошад.

Дар умум давоми солҳои интиҳобӣ фосилаи тиррагии об аз 2,7 то 7755 мг/л тағйир меёбад, ки ин барои таҳшоншавӣ ва равандҳои дигари тозакунии об мушкилиҳои иловагиро эҷод менамояд. Баъд аз таҳшоншавии оби канал дар ҳавзҳои танзими шабонарӯзӣ тариқи истифодаи маводи таҳшонкунандаи коагулянт (сулфати алюминий) нишондодҳои онҳо муътадил гардида, фосилаи он аз 2,9 то 14,0

мг/л баробар мегардад. Концентратсия ҳадди имконпазир барои оби нӯшокӣ аз рӯи нишондиҳандаи тиррагӣ на бештар аз 2,0 мг/л баробар мебошад. Барои кам намудани қимати нишондиҳандаи тиррагӣ то ҳадди имконпазир, тозакунии иловагӣ дар обполакҳои зудамали қумӣ сурат мегирад.

Таҳлили қимати миёнабисёрсолонаи нишондиҳандаҳои тиррагии об дар канал ва ҳавз имконият медиҳанд, ки муодилаи трендро, яъне болоравӣ ва камшавии нишондиҳандаҳои таҳқиқгардидаро ба даст оварем, ки тамоюли тағйирёбии ҳар як нишондиҳандаро вобаста ба солҳои нишон медиҳад, ва муодила чунин аст:

$$X_{\text{тиррагӣ}} = K_{\text{тиррагӣ}} \cdot x + k_{\text{тиррагӣ}}$$

ки дар ин ҷо,

$X_{\text{тиррагӣ}}$ – қиммати миёнасолонаи сифати об аз рӯи тиррагӣ;

$K_{\text{тиррагӣ}}$ – коэффитсиенти арзёбикунандаи тағйирёбии миёнасолонаи тиррагии об;

x – рақами тартибии сол;

$k_{\text{тиррагӣ}}$ – коэффитсиенти нишондиҳандаи тиррагии миёна дар лаҳзаи аввали солҳои интиҳобӣ.

Натиҷаҳои ҳисоби коэффитсиентҳои $K_{\text{тиррагӣ}}$ ва $k_{\text{тиррагӣ}}$ вобаста ба солҳои интиҳобӣ дар ҷадвали 1 оварда мешаванд.

Ҷадвали 1.

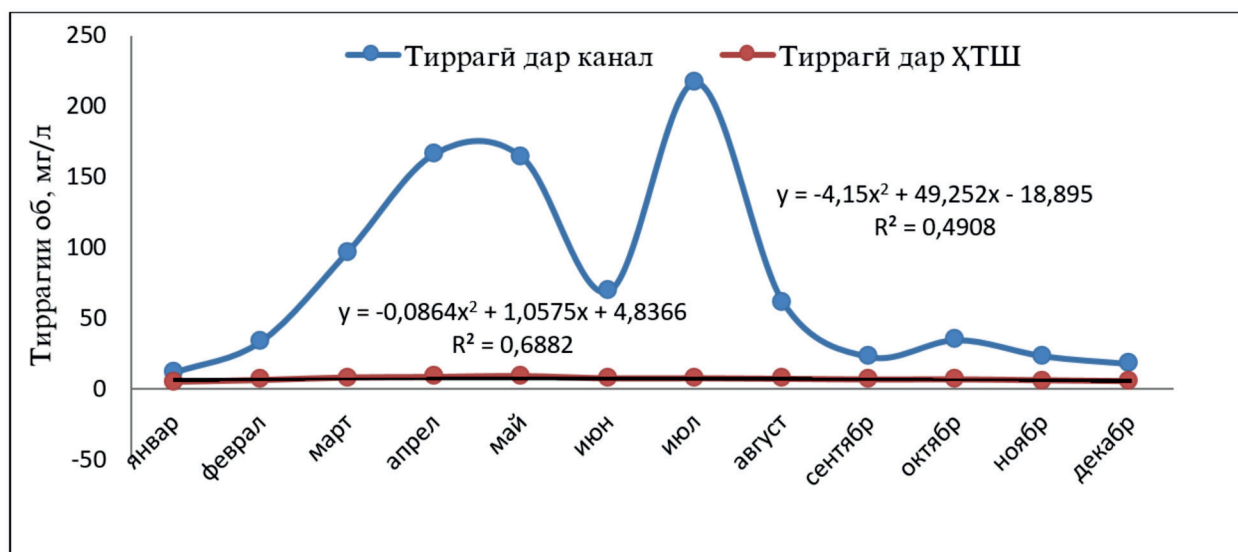
Коэффитсиенти муодилаҳои тренди нишондиҳандаи тиррагӣ дар канал ва ҳавз

Объекти таҳқиқот	Қимати миёнасолонаи тиррагӣ дар канал							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
$K_{\text{тиррагӣ}}$	0,099	0,031	0,022	0,025	0,019	0,018	0,041	0,042
$k_{\text{тиррагӣ}}$	1,92	0,97	0,21	-0,07	-0,58	0,72	0,09	-0,66
Объекти таҳқиқот	Қимати миёнасолонаи тиррагӣ дар ҳавз							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
$K_{\text{тиррагӣ}}$	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003
$k_{\text{тиррагӣ}}$	-0,98	0,53	-0,37	-0,11	0,81	0,18	0,75	0,82

Аз таҳлили натиҷаҳои ҷадвали 1 бармеояд, ки қимати коэффитсиенти арзёбикунандаи тағйирёбии миёнабисёрсолонаи тиррагии об давоми солҳои интиҳобӣ дар канал ва ҳавз тамоюли камшавӣ дошта, қимати коэффитсиенти нишондиҳандаи тиррагии миёна дар лаҳзаи аввали солҳои интиҳобӣ дар ҳавз тамоюли болоравӣ дорад. Камшавӣ ва болоравии қиматҳои коэффитсиенти нишондиҳандаи тирра-

гии миёна дар лаҳзаи аввали солҳои интиҳобӣ дар канал ва ҳавз аз он шаҳодат медиҳад, ки нишондиҳандаи тиррагӣ дар ҳавз нисбат ба канал, идорашаванда ва танзимшаванда мебошад.

Дар расми 2 нишондиҳандаҳои миёнабисёрсолонаи тиррагии об дар канал ва ҳавз барои ҳар моҳи солҳои интиҳобӣ оварда шудааст.



Расми 2. – Нишондиҳандаи миёнабисёрсолони тиррағии об дар канал ва ҳавз барои ҳар моҳ давоми солҳои 2016-2023

Чуноне, ки аз расми 2 маълум аст, дараҷаи тиррағии об дар канал аз моҳи март то моҳи август аз 100 мг/л зиёд буда, дар ҳавз бошад ба танзим мебарояд. Таҳлили иншондиҳандаи тиррағии об барои солҳои интихобӣ дар канал нишон медиҳад, ки тағйирёбии нишондиҳандаи мазкур вобаста ба моҳҳои сол низ фосилаи хеле баланд дошта, қимати максималии он ба 1466, 4 мг/л (моҳи июли соли 2016) ва минималӣ ба 5,0 мг/л (моҳи декабри соли 2017) баробар мебошад.

Дар қатори нишондиҳандаи тиррағии об, инчунин дигар нишондиҳандаҳо аз қабилӣ: дуруштӣ ва боқимондаҳои хушмавриди таҳқиқ қарор дода шудаанд.

Дуруштии об давоми солҳои интихобӣ на он қадар тағйирёбандагии зиёд дошта, қимати он дар канал аз 1,1 то 3,0 мг.эқв./л ва пас аз таҳшоншавӣ дар ҳавзҳо қимати дуруштӣ 0,7- 2,65 мг.эқв./л - ро ташкил медиҳад. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки қимати дуруштии об дар канал ва ҳавз қариб тағйирёбии зиёд надорад. Дар тамоми давраҳои интихобӣ қимати дуруштии об аз қимати консентратсияи ҳадди имконпазир барои талаботи оби нӯшокӣ (то 7 мг.эқв./л), баланд нест.

Боқимондаҳои хушк давоми солҳои интихобӣ дар канал аз 80 то 235 мг/дм³ буда, дар ҳавз бошад, қимати он мутаносибан ба 80 то 200 мг/дм³ баробар мебошад. Қиматҳои мазкур ба талаботи меъёри оби нӯшокӣ (то 1000 мг/дм³) мутобиқат мекунанд.

Дар умум таҳлилҳои омории вобаста ба натиҷаҳои таҳлили физикию химиявӣ ва бактериологӣ нишондиҳандаҳои об собит месозанд, ки оби дарёи Варзоб ба талаботи муқарраргардидаи оби нӯшокӣ ҷавобгӯ буда, яке аз масъалаҳои ҳалталаб баланд будани тиррағӣ дар давраҳои баҳору тобистон ба назар мерасад.

Новобаста аз ин, дар асоси таҳлилҳои муайян карда шуд, ки қонуниятҳои мушаххаси тағйирёбии сифати об аз рӯи нишондиҳандаҳои таҳқиқшуда давоми солҳои интихобӣ мушоҳида мегардад. Дар давраи боришот, бахусус дар давраи баҳору тобистон нишондиҳандаҳои таҳқиқшуда ба нишондодҳои максималӣ расида, давраҳои зимистону тобистон ифлосшавии об нисбатан камтар мегардад. Нишондиҳандаҳои миёнамоҳонаи тиррағӣ вобаста аз фаслҳои сол давоми солҳои интихобӣ дар чадвали 2 оварда мешавад.

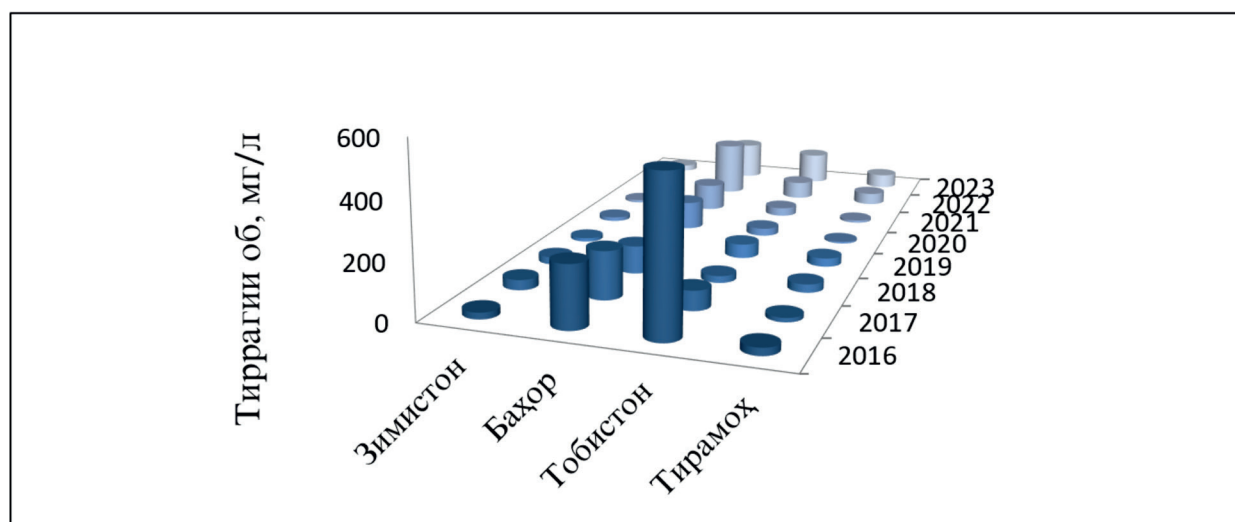
Нишондиҳандаҳои миёнабисёрсолонаи тиррагӣ
вобаста аз фаслҳои сол давоми солҳои 2016-2023

Нишондодҳои миёнамоҳона вобаста аз фаслҳои сол	Нишондоди тиррагӣ дар канал (мг/л)							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
XII-I-II	22,83	35,83	25,69	12,8	14,53	9,90	21,17	23,6
III-IV-V	218,37	170,67	99,20	107,93	102,47	98,67	201,77	141,23
VI-VII-VIII	538,53	69,40	24,33	50,73	27,80	31,23	65,03	119,00
IX-X-XI	26,47	14,63	29,20	30,26	6,44	8,92	43,97	53,70
	Нишондоди тиррагӣ дар ҳавз (мг/л)							
XII-I-II	7,17	7,13	4,63	5,91	5,97	3,91	4,07	6,27
III-IV-V	10,40	11,97	9,18	9,13	8,54	5,71	5,11	8,23
VI-VII-VIII	10,27	8,67	8,27	8,65	8,29	4,16	4,76	6,21
IX-X-XI	8,87	6,57	8,73	8,18	4,68	3,12	5,37	6,85

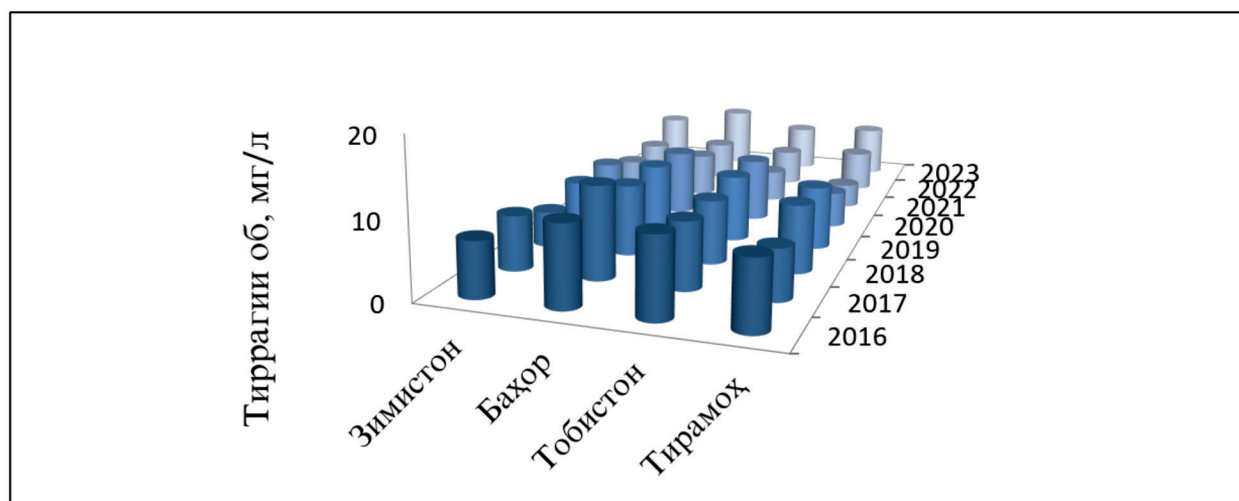
Нишондоди максималии тиррагӣ дар фаслҳои баҳору тобистон ба 538,53 мг/л буда, қимати минималӣ дар фаслҳои зимистону тирамоҳ ба 6,44 мг/л баробар мебошад. Нишондоди тиррагӣ дар ҳавз бошад, ба танзим дароварда шуда, қимати он дар доираи аз 3,12 то 11,97 мг/л мебошад. Яъне, қимати миёнамоҳонаи тирра-

гии об вобаста аз фаслҳои сол дар канал нисбат ба ҳавз ба миқдори бештар аз 170 маротиба зиёд мебошад.

Дар расмҳои 3 ва 4 тағйирёбии тиррагӣ вобаста ба фаслҳои сол дар канал ва ҳавз оварда шудааст, ки нишондодҳои он барои мавсими боришот (баҳору тобистон) дар канал хеле баланд мебошад.



Расми 3. – Нишондиҳандаи миёнабисёрсолонаи тиррагӣ вобаста ба фаслҳои сол дар канал давоми солҳои 2016-2023



Расми 4. – Нишондиҳандаи миёнабисерсолонии тиррағӣ вобаста ба фаслҳои сол дар ҳавз давоми солҳои 2016-2023

Аз расмҳои 3 ва 4 бармеояд, ки нишондиҳандаи тиррағӣ дар давраи фасли тобистон танҳо барои соли 2016 нисбат ба фасли баҳор тамоюли болоравӣ дорад. Дар давраи боришоти фасли баҳор қимати нишондиҳандаи миёнамоҳонаи тиррағӣ қариб як хел буда, қимати максималии он 218,37 мг/л (дар соли 2016) буда, қимати минималӣ бошад 98,67 мг/л – ро ташкил медиҳад. Барои фасли тобистон нишондиҳандаи миёнамоҳонаи тиррағӣ тағйирёбанда буда, қимати максималии он 538,37 мг/л (дар соли 2016) буда, қимати минималӣ бошад 24,33 мг/л – ро ташкил медиҳад. Тағйирёбандагии зиёди тиррағӣ дар фасли тобистон ба обшавии бештари пиряхҳо мансуб мебошад, ки шусташавии сохилхоро ба вучуд оварда, тиррағиро бештар мегардонад.

Дар фасли баҳор қимати миёнабисерсолонии тиррағӣ дар канал давоми солҳои интихобӣ ба 142,54 мг/л баробар буда, дар фасли тобистон бошад ба 115,75 мг/л баробар аст. Чунин ҳолат дар фаслҳои тирамоҳу зимистон мутаносибан барои оби канал ба 26,70 мг/л ва 20,79 мг/л баробар мебошад.

Вазъият дар ҳавз бошад барои фаслҳои сол тиррағӣ қариб якранг буда, қимати он дар баҳор ба 8,53 мг/л; тобистон ба 7,41

мг/л; тирамоҳ ба 6,54 мг/л ва зимистон ба 5,63 мг/л баробар мебошад.

Хулоса. Натиҷаҳои таҳқиқи хусусиятҳои тағйирёбии сифати об аз рӯи нишондиҳандаи тиррағӣ нишон медиҳанд, ки вобаста ба шароитҳои иқлимӣ дараҷаи ифлосшавии об аз рӯи тиррағӣ фосилаи хеле калон дорад.

Муқаррар карда шудааст, ки қимати коэффитсиенти арзёбикунандаи тағйирёбии миёнабисерсолонии тиррағии об давоми солҳои интихобӣ дар канал ва ҳавз тамоюли камшавӣ дошта, қиммати коэффитсиенти нишондиҳандаи тиррағии миёна дар ҳавз тамоюли болоравӣ дорад. Камшавӣ ва болоравии қиматҳои коэффитсиенти нишондиҳандаи тиррағии миёна дар канал ва ҳавз аз он шаҳодат медиҳанд, ки нишондиҳандаи тиррағӣ дар ҳавз нисбат ба канал, идорашаванда ва танзимшаванда мебошад.

Дигар масъалаи муҳим, ки ба зиёдшавии дараҷаи тиррағии об бевосита таъсир мерасонад, обовардҳо дар канал ва таҳнишинҳои қаръӣ дар ҳавз маҳсуб меёбанд. Барои пешгирӣ аз ворид шудани обовардҳо ба ҳавз ва зиёдшавии таҳнишинҳои қаръӣ зарур мешуморем, ки технологияҳои коркарди онҳо пешниҳод карда шавад.

Вобаста ба ин, мебояд ҳаҷми корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ дар ин самт пурзӯр карда шуда, барои коркарди чорабиниҳо ва таътиқи технологияҳои муосир тадбирҳои зарурӣ андешида шаванд.

Рӯйхати адабиётҳои истифодашуда

1. Федорович Н.Н., Федорович А.Н., и др. Мониторинг качества питьевой воды//Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-15. – С. 3423-3427.
2. Фазлиддини Н., Холназарова З.Д., Ҳақдодов А.М. / Ҳолати муосири мо-

нитингҳои объектҳои об дар Ҷумҳурии Тоҷикистон//Маҷаллаи илмӣ “Захираҳои об, энергетика ва экология”, - Душанбе, 2023, Томи 3, №4. С.142-152.

3. Муродов П.Х. / Хусусиятҳои гидрохимиявии идоракунии захираҳои оби ҳавзаи дарёҳои Тоҷикистон (дар мисоли ҳавзаи дарёи Варзоб). //Дисс. барои дарёфти дараҷаи илмӣ н.и.т., Душанбе, 2022, - 155 с.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МУТНОСТИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ВАРЗОБ

Фазлиддини Н., Холназарова З.Д., Толибова У.О., Амирзода О.Х.

Аннотация. В данной статье проведены исследования системы экологического мониторинга с учетом особенностей изменения показателей качества воды, в том числе, по мутности, жесткости и сухому остатку. Определено, что степень загрязнения воды по мутности в основном зависит от климатических условий и в некоторых случаях имеет достаточно большой диапазон. Также исследованы особенности изменения качества воды по месяцам и сезонам, где выявлено, что показатели мутности за весенне-летний период (2016-2023 гг.) достигает 7755 мг/л, а в осенне-зимний период составляет 2,7 мг/л.

Представлено уравнение тренда для показателей мутности, которое демонстрирует тенденцию изменения качества воды по годам.

Ключевые слова. Система экологического мониторинга, качество воды, канал, бассейн суточного регулирования, питьевая вода, управление качеством воды.

FEATURES OF WATER QUALITY CHANGES IN TERMS OF TURBIDITY INDICATORS: A CASE STUDY OF THE VARZOB RIVER

Fazliddini N., Kholnazarova Z.D., Tolibova U.O., Amirzoda O.Kh.

Annotation. In this article, research was conducted on the environmental monitoring system regarding the features of changes in water quality indicators, including: turbidity, hardness and dissolved solids. It has been determined that the degree of water pollution by turbidity mainly depends on climatic conditions and has a fairly wide range. The features of changes in water quality by month and season were also studied, revealing that turbidity indicators for the selected period (2016-2023) for the spring-summer season reaches 7755 mg/l, and for the autumn-winter period it is 2.7 mg/l.

Trend equations for turbidity indicators are presented, showing the trend of changes in water quality relative to years.

Key words. Environmental monitoring system, water quality, canal, daily regulation reservoir, drinking water, water quality management.

Маълумот дар бораи муаллифон: Фазлиддини Неъматулло, унвонҷӯи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: 988919200; Холназарова Зебунисо Диловаровна, докторанти PhD Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: 937940394, E-mail: zebuniso2020@mail.ru; Толибова Умеда Олимовна, унвонҷӯи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, тел.: 987200462, E-mail: u.tolibova@mail.ru; Амирзода Ориф Хамид, доктори илмҳои техникӣ, дотсент, директори институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. тел.: 987387272, E-mail: orif2000@mail.ru

Сведения об авторах: Фазлиддини Неъматулло, соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, тел.: 988919200; Холназарова Зебунисо Диловаровна, докторант PhD Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, тел.: 937940394, E-mail: zebuniso2020@mail.ru; Толибова Умеда Олимовна, соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, тел.: 987200462, E-mail: u.tolibova@mail.ru; Амирзода Ориф Хамид, доктор технических наук, доцент, директор института водных проблем, гидроэнергетики и экологии, НАНТ. тел.: 987387272, E-mail: orif2000@mail.ru

Information about authors: Fazliddini Nematullo, graduate student of the Institute of water problems, hydropower and ecology, of the National Academy of Sciences of Tajikistan, tel.: 988919200, Kholnazarova Zebuniso Dilovarovna, doctor PhD of the Institute of water problems, hydropower and ecology, of the National Academy of Sciences of Tajikistan tel.: 937940394, E-mail: zebuniso2020@mail.ru; Tolibova Umeda Olimovna, graduate student of the Institute of water problems, hydropower and ecology, of the National Academy of Sciences of Tajikistan, tel: 987200462, E-mail: u.tolibova@mail.ru; Amirzoda Orif Hamid – Director of the Institute of water problems, hydropower and ecology, of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Technical Sciences, Dotsent, tel.: (+992) 93 728 7272, E-mail: orif2000@mail.ru

УДК 628.1.147

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ШАХТНОЙ ВОДЫ ОТ ТЯЖЕЛЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ

Азизов Р.О.¹, Ходжиев С.К.²

¹Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ,

²Горно-металлургического института Таджикистана

Аннотация: в данной статье рассматривается проблема загрязнения шахтных вод тяжелыми и радиоактивными металлами, которая является актуальной для многих горнодобывающих регионов. Основное внимание уделяется изучению эффективности использования коагулянтов на основе железа и алюминия для очистки таких вод. Авторы анализируют различные типы коагулянтов, их химические и физические свойства, а также способность связывать и удалять тяжелые металлы и радиоактивные элементы из воды.

Ключевые слова: очистка воды, тяжёлые металлы, радиоактивные металлы, коагулянты, метод коагуляции.

Вода - это фундаментальный ресурс, Земле, включая человеческую деятельность. Она используется во многих сферах. Она используется во многих сферах.

рах, начиная от сельского хозяйства и коммунальных услуг, до разнообразных промышленных процессов [1]. С увеличением населения и расширением промышленной инфраструктуры, потребность в доступе к чистой воде становится всё более актуальной. Однако, несмотря на возрастающую потребность, промышленные предприятия продолжают загрязнять водные ресурсы, что усугубляет проблему дефицита чистой воды [2]. Основным фактором загрязнения воды тяжелыми и радиоактивными металлами являются операции, проводимые в горнодобывающей промышленности [3]. Это подчеркивает необходимость разработки и внедрения эффективных методов очистки воды, чтобы обеспечить её безопасность для всех форм жизни и экономической деятельности.

Проблема дефицита чистой воды стоит перед человечеством с особой остротой, учитывая её критическую роль в поддержании экосистем и здоровья населения. В связи с этим, очистка шахтных и дренажных вод от различных загрязнителей, включая взвешенные частицы, нефтепродукты и бактерии, является одной из ключевых экологических задач. Эта задача требует пристального внимания и инновационных подходов в области экологии и водоподготовки [4; 5].

ОАО «Ленинабадский комбинат редких металлов», основанное в 1948 году, прошло значительный путь развития. Начав как горнорудное предприятие, оно пережило переход на порошковую металлургию после закрытия горно-обогатительного цеха в 1989 году. Расположенный в Чорукдарроне, Согдийской области Республики Таджикистан, комбинат имеет долгую историю, влияющую на экономическое и экологическое состояние региона [6].

Важно подчеркнуть, что эксплуатация комбината привела к образованию многочисленных шахт, которые в настоящее

время залиты водой. Эти водные объекты стали предметом исследований, в ходе которых были взяты образцы воды для анализа. Используя методы титриметрии, фотометрии и атомно-абсорбционной спектроскопии, исследователи смогли определить состав воды. Результаты этих исследований были зафиксированы и опубликованы, предоставляя ценные данные для дальнейшего изучения и возможных мер по очистке [7, 8, 9]. Опубликованные результаты представляют собой значительный вклад в научное понимание воздействия промышленной деятельности на водные ресурсы и подчеркивают необходимость разработки стратегий для управления и восстановления затронутых экосистем.

В последние годы проблема загрязнения воды тяжелыми металлами, в частности свинцом, стала предметом серьезного внимания. Свинец является одним из наиболее опасных загрязнителей из-за его токсичности и способности накапливаться в биологических цепях. В связи с этим, разработка и оптимизация методов очистки воды от свинца приобретает особую актуальность.

В данной статье рассматриваются результаты исследования, направленного на оценку эффективности различных коагулянтов на основе железа и алюминия в процессе очистки шахтной воды от свинца, мышьяка, цинка, меди, никеля, марганца и урана [10-12]. Исследование проводилось при различных температурных условиях, варьирующихся от 5 до 25°C. Ещё одним из факторов, сильно влияющих на процесс коагуляции воды, является температура. Для подтверждения этого в работе исследована зависимость степени очистки воды от радиоактивных и тяжелых металлов при температурах 5-25°C. Для проведения опытов при разных температурах доза коагулянтов определялась в объеме 200 мг/л, а продолжительность процесса составляла 50 мин.

В ходе эксперимента были использованы следующие коагулянты: сульфат железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), хлорид железа (FeCl_3), сульфат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) и хлорид алюминия (AlCl_3). Степень очистки воды от свинца оценивалась путем измерения концентрации свинца до и после применения коагулянтов при различных температурах. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

Исходя из анализа данных, можно сделать вывод, что хлорид железа демон-

стрирует наивысшую эффективность в удалении свинца из воды при различных температурах. Сульфат железа занимает вторую позицию по эффективности. В то время как хлорид алюминия показывает наименьшие результаты очистки, сульфат алюминия превосходит его и занимает третье место после сульфатом и хлоридом железа. Эти выводы подчеркивают значимость выбора подходящего коагулянта для оптимизации процесса очистки воды от тяжелых металлов.

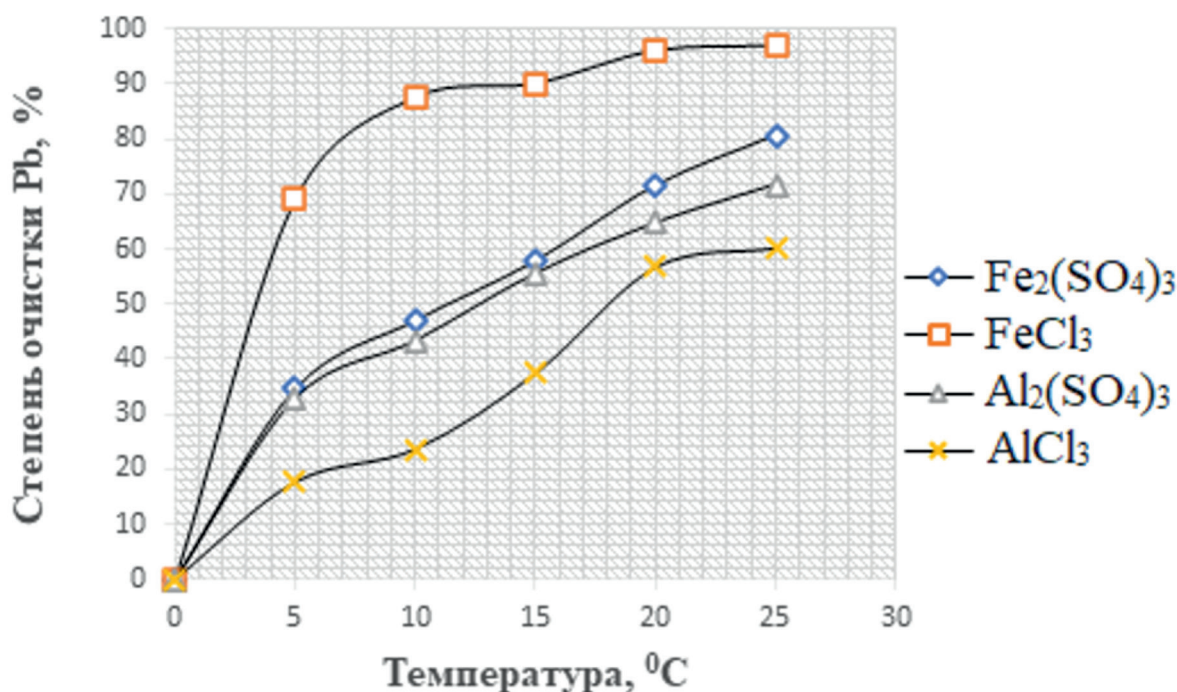


Рисунок 1. Зависимость степени очистки воды от свинца при различных температурах.

В продолжение исследования было проведено изучение влияния различных коагулянтов на эффективность удаления мышьяка из воды. Результаты, отражающие зависимость степени очистки от типа используемого коагулянта, были наглядно представлены на рисунке 2.

Исходя из анализа данных, становится очевидным, что с повышением температуры улучшается способность коагулянтов удалять мышьяк из воды. Хлорид железа демонстрирует наилучшие резуль-

таты, достигая вершины эффективности в 93,13% при температуре 25°C. Сульфат железа также показывает отличные характеристики, особенно при высоких температурах, с максимумом в 84,14% при 25°C.

В свою очередь, сульфат алюминия и хлорид алюминия менее эффективны в этом процессе. Однако заметно, что сульфат алюминия превосходит хлорид алюминия на протяжении всех температурных отметок, что подтверждает его преимущество.

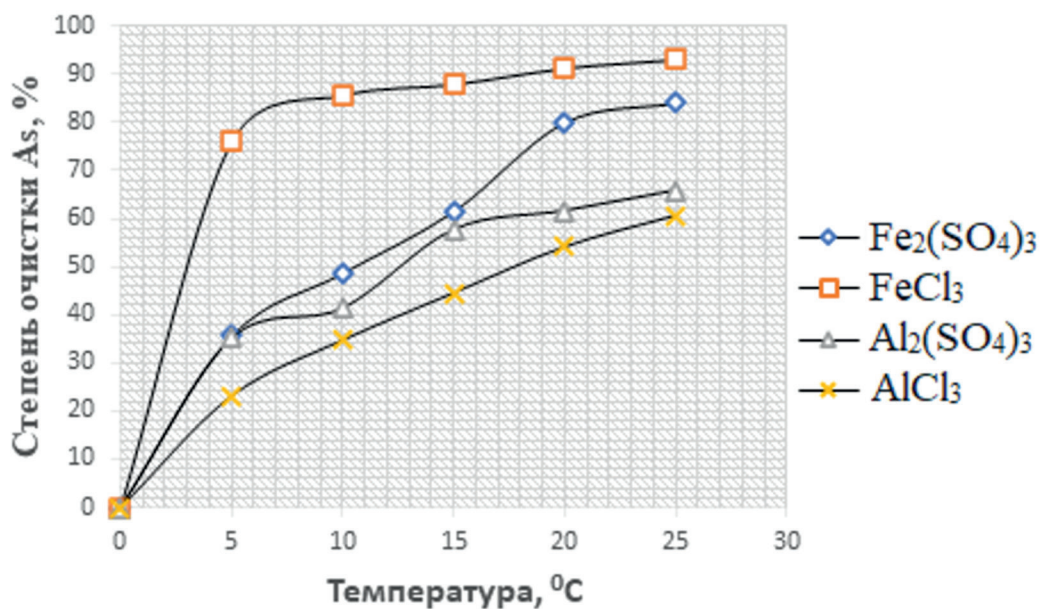


Рисунок 2. Зависимость степени очистки воды от мышьяка при различных температурах.

Эти выводы подчеркивают необходимость внимательного подхода к выбору коагулянта для улучшения процесса очистки воды, особенно при работе с тяжелыми металлами.

В рамках исследования, направленного на оценку эффективности коагулянтов в процессе очистки воды из шахт, было проведено дополнительное изучение, касающееся влияния этих веществ на уровень цинка в воде. Анализ показал, что определённые коагулянты способствуют более высокой степени очистки от цинка, что является критически важным для обеспечения безопасности воды. Детальные результаты этого аспекта исследования были систематизированы и представлены на рисунке 3, что позволяет наглядно оценить эффективность различных коагулянтов и определить наиболее подходящие для использования в условиях шахт.

Исходя из анализа данных, можно отметить, что при температуре до 15°C, эффективность удаления цинка из воды с использованием сульфатов железа и алюминия оказалась почти идентичной. Однако, несмотря на их схожую эффективность, они не достигают уровня очистки, который демонстрирует хлорид железа,

и в то же время превосходят результаты, показанные хлоридом алюминия. При повышении температуры до 25°C, хлорид железа выходит на первое место по эффективности, в то время как хлорид алюминия показывает наименьшие результаты. В этом контексте, сульфаты железа и алюминия занимают промежуточные позиции, выступая в роли коагулянтов средней эффективности.

Также в ходе исследования, посвященного изучению коагуляционных методов очистки воды, было проведено тщательное исследование, направленное на выявление зависимости эффективности удаления меди из воды от температурных условий. Эксперименты осуществлялись при различных температурах, варьирующихся в диапазоне от 5°C до 25°C. Результаты, полученные в результате этих испытаний, были тщательно зафиксированы и представлены в виде графических данных на рисунке 4, что обеспечивает наглядное представление о влиянии температуры на процесс коагуляции и позволяет определить оптимальные условия для достижения максимальной степени очистки воды от меди.

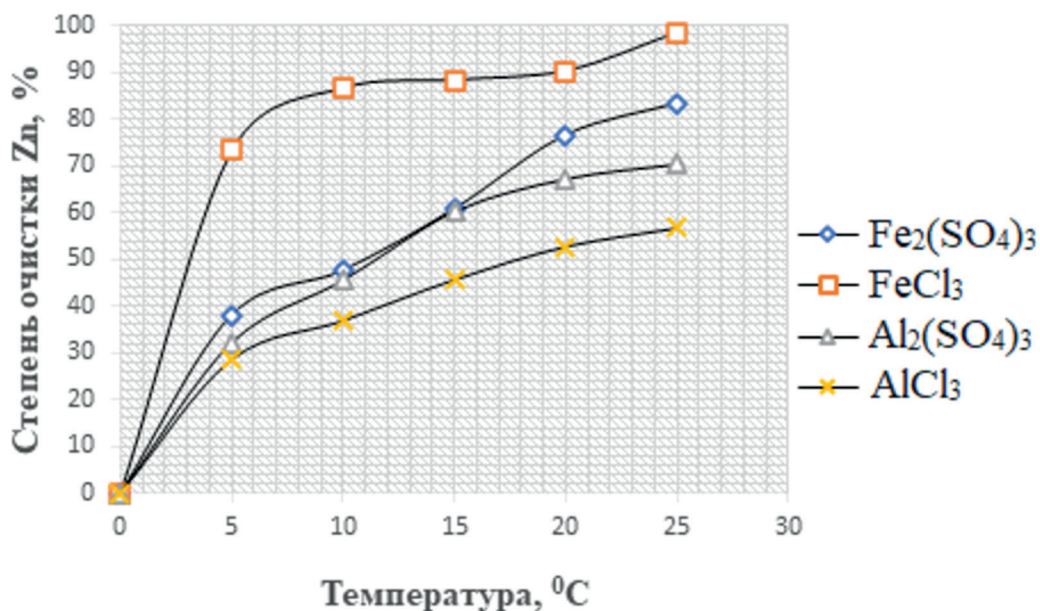


Рисунок 3. Зависимость степени очистки воды от цинка при различных температурах.

Анализируя данные, представленные на рисунке 4, можно заметить, что кривые, отражающие эффективность очистки воды от меди с использованием сульфатов железа и алюминия, а также хлорида алюминия, демонстрируют почти линейную зависимость, которая резко контрастирует с результатами, достигнутыми при использовании хлорида железа. Например, при температуре 5 °C, эффективность очистки с использованием хлорида

железа составляет 65,4%, что на 33% выше по сравнению с другими коагулянтами. С увеличением температуры до 10 °C, наблюдается значительный рост эффективности, особенно при использовании хлорида железа. Так, при температуре 10 °C, степень очистки воды от меди достигает 85,6%, и продолжает расти до 90,3% при 25 °C. В то же время, для остальных коагулянтов эффективность остается ниже 77% на протяжении всего исследования.

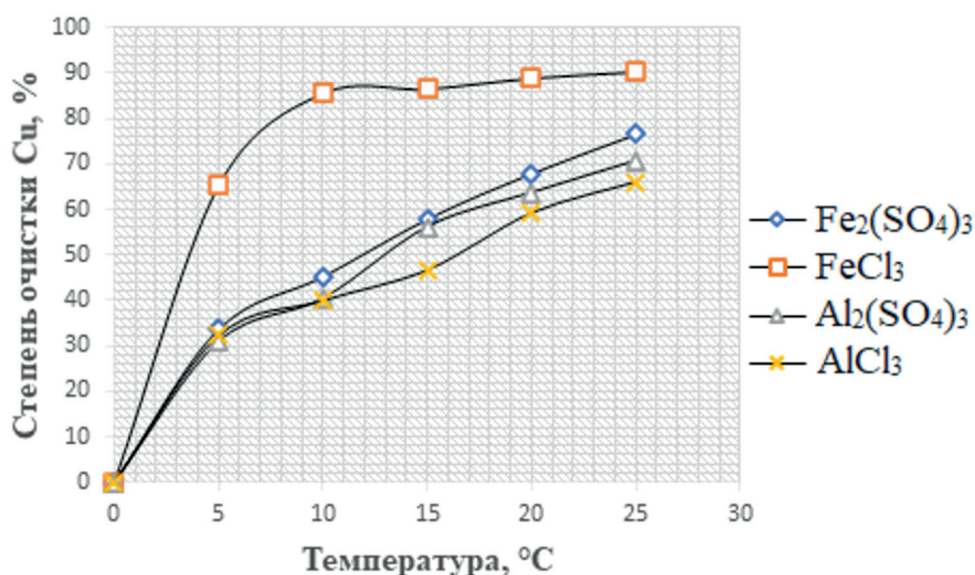


Рисунок 4. Зависимость степени очистки воды от меди при различных температурах.

В рамках проведенного исследования было также уделено внимание изучению того, как температура влияет на эффективность удаления никеля из воды с помощью коагуляционных методов. Для этого эксперименты проводились при разнообразных температурных режимах. Полученные в ходе экспериментов данные были систематизированы и представлены в графическом формате на рисунке 5, что позволяет наглядно оценить изменения в степени очистки воды от никеля в зависимости от температуры.

Исходя из анализа экспериментальных данных, можно утверждать, что при температуре 5°C, эффективность удаления никеля из воды с использованием сульфатов железа и алюминия, а также хлорида

алюминия, составляет около 24%. В то же время, применение хлорида железа позволяет достичь значительно более высокой эффективности, опережая другие коагулянты на 54%. По мере повышения температуры до 25°C, наблюдается увеличение степени очистки воды от никеля: для сульфата железа она достигает 78%, в то время как для сульфата и хлорида алюминия - 66% и 59% соответственно. Однако, наивысшую эффективность демонстрирует хлорид железа, с показателем очистки почти 93% при температуре 25°C. Эти результаты однозначно указывают на то, что хлорид железа является наиболее предпочтительным коагулянтом для удаления никеля, а также других металлов из воды.

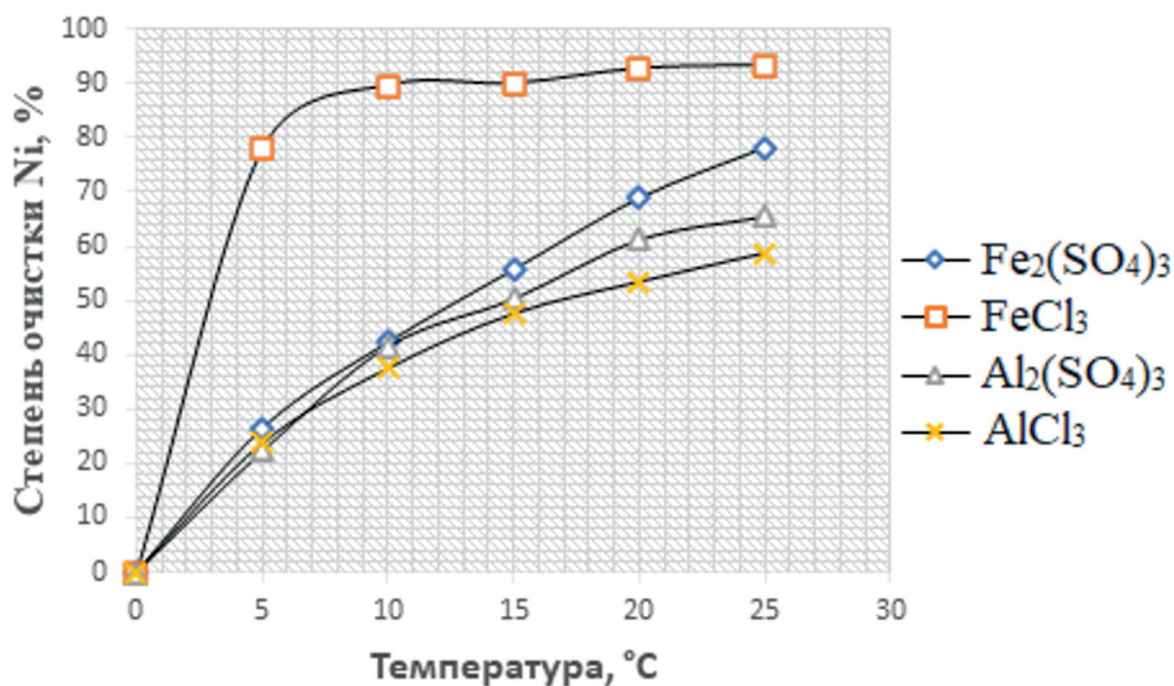


Рисунок 5. Зависимость степени очистки воды от никеля при различных температурах.

В дополнение к предыдущим исследованиям, было проведено изучение влияния температуры на процесс коагуляции для удаления марганца из воды. В ходе экспериментов использовались те же коагулянты, что и при очистке от никеля: сульфаты железа и алюминия, а также хлориды железа и алюминия. Экспери-

менты показали, что изменение температуры оказывает существенное влияние на эффективность коагулянтов. Результаты, отражающие степень очистки воды от марганца при различных температурных условиях, были подробно проанализированы и представлены на рисунке 6. Эти данные предоставляют ценную информа-

цию о том, как различные коагулянты работают при разных температурах и какой

из них наиболее эффективен для удаления марганца из воды.

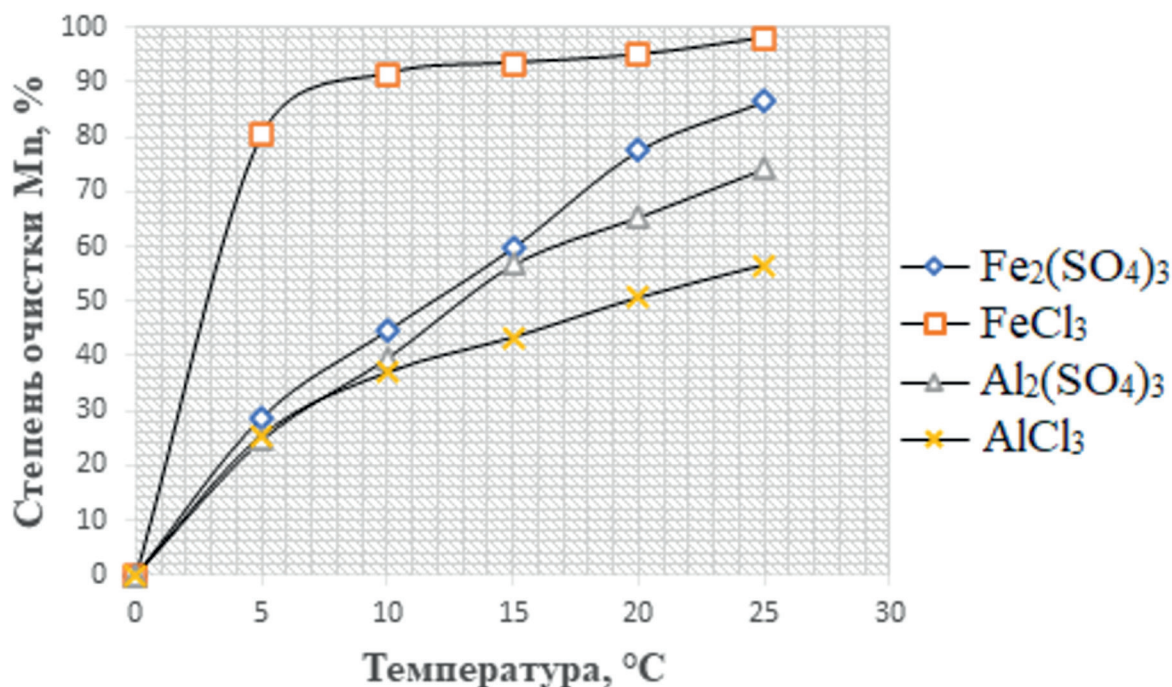


Рисунок 6. Зависимость степени очистки воды от марганца при различных температурах.

Анализируя полученные в ходе экспериментов данные, можно сделать вывод, что при низкой температуре в 5°C, коагулянты на основе сульфатов железа и алюминия, а также хлорид алюминия, демонстрируют умеренную эффективность в удалении марганца из воды, с результатами в диапазоне от 24,6% до 29%. В контрасте с этим, хлорид железа выделяется своей высокой эффективностью, достигая более 80% очистки уже при этой температуре. При повышении температуры до 10°C, наблюдается значительное увеличение эффективности хлорида железа, с показателями очистки, превышающими 90%. Это существенно выше, чем результаты, достигнутые с использованием других коагулянтов, эффективность которых не превышает 45%. Дальнейшее увеличение температуры до 25°C приводит к ещё более впечатляющим результатам для хлорида железа, с эффективностью очистки от марганца до 98%. В то же время, коагулянты на основе сульфатов железа

и алюминия, а также хлорид алюминия, показывают результаты на уровне 86,5%, 74,32% и 56,52% соответственно. Эти данные подтверждают, что хлорид железа является наиболее эффективным коагулянт-ом для очистки воды от марганца при различных температурах.

В рамках исследования также было проведено изучение влияния температуры на эффективность удаления урана из воды с использованием тех же коагулянтов. Эксперименты показали, что, подобно марганцу, степень очистки воды от урана значительно зависит от температурных условий. Результаты этих испытаний были тщательно проанализированы и представлены на рисунке 7, который демонстрирует различия в эффективности коагулянтов при разных температурах и обеспечивает важные данные для определения оптимальных условий для коагуляционного метода очистки воды от урана.

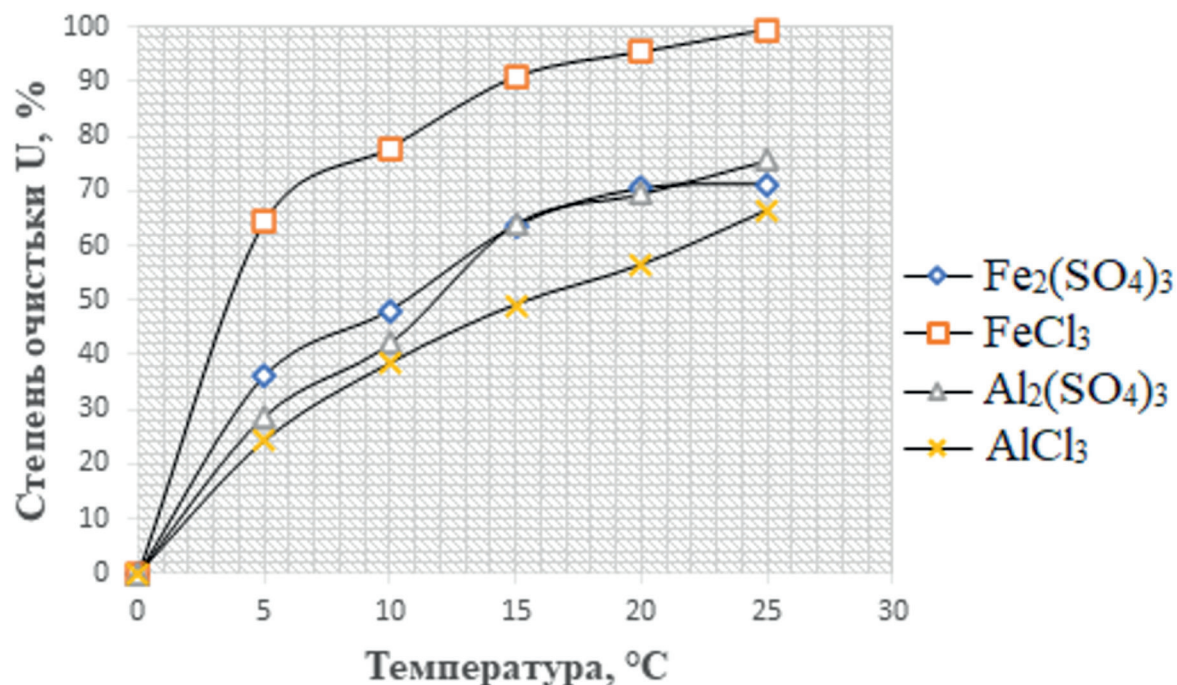


Рисунок 7. Зависимость степени очистки воды от урана при различных температурах.

Из анализа экспериментальных данных следует, что до достижения температуры 25°C, хлорид железа продемонстрировал наивысшую эффективность как коагулянт, обеспечивая очистку воды от урана на уровне 99,47%. Это значительно превосходит результаты, достигнутые с использованием хлорида алюминия, который показал наименьшую эффективность, удаляя уран из воды лишь на 66,4%.

Коагулянты на основе сульфатов железа и алюминия также оказались менее эффективными по сравнению с хлоридом железа, но все же способны удалять уран из воды на 71,2% и 75,6% соответственно. Эти результаты подчеркивают превосходство хлорида железа в качестве коагулянта для очистки воды от урана при температуре до 25°C.

Таким образом, исходя из полученных экспериментальных данных, можно сделать вывод о значительной эффективности коагулянтов, содержащих железо и алюминий, в процессе очистки шахтной воды от таких тяжелых металлов, как свинец, мышьяк, цинк, медь, никель, марганец

и уран. В частности, хлорид железа выделяется своей способностью обеспечивать высокий уровень очистки, даже при относительно низких температурах. Эти находки открывают перспективы для создания новых методик или совершенствования уже существующих подходов к очистке воды от тяжелых металлов, что может оказать значительное влияние на улучшение экологической безопасности и здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лин, М.М. Разработка технологии очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена / М.М. Лин. –Москва, 2018. –117с.
2. Ботаханов, Е.К. Разработка технологических схем очистки воды с учетом антропогенных загрязнений источников водоснабжения в Республике Казахстан / Е.К. Ботаханов, Е.Т. Тогабаев. Материалы Центральноазиатской международной научно-практической конференции «МКВК навстречу 4 Всемирному водному форуму: местные

- действия для предотвращения водного кризиса». Алматы, - 2005. –С.171-173.
3. Плеханова, В.А. Новая технология очистки шахтных вод / В.А. Плеханова. Магистрант, кафедра водоснабжения и водоотведения, инженерно-экологический факультет, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет. 2014. –С.57-60.
 4. Гулько, С.Е. Опыт и перспективы использования шахтных вод / С.Е. Гулько, И.И. Гомаль. Охрана окружающей среды. Уголь Украины, 2013. –С.30-34.
 5. Гусев, Н.Н. Очистка шахтных вод до питьевого качества на ликвидированных шахтах / Н.Н. Гусев, Ю.В. Каплунов, А.Н. Подсевалов. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. –С.308-313.
 6. Информационно-познавательный портал о Таджикистане. – Режим доступа: <https://www.tajik-gateway.org/wp/industry/gornodobyvayushhaya-promyshlennost/leninabadskiy-kombinat-redkih-metal/>
 7. Атомно-абсорбционный спектрометр АAnalyst 800. ТНГА. Графитовая печь с автодозатором AS-800. Руководства по использованию, 2008. -103 с.
 8. Ручной фотометр SQ 118, 2010 г. - 133 с.
 9. Ходжиев, С.К. Физико-химический состав шахтных вод шахты «Мармар» / Х.Ё. Ашуров, Д.С. Давлатов, С.К. Ходжиев // Научный журнал «Наука и инновация». –Душанбе 2020. -№3. –С.217-221.
 10. Ходжиев, С.К. Очистка шахтной воды от тяжелых металлов с применением сульфата железа в качестве коагулянта / Х.Ё. Ашуров, Д.С. Давлатов, С.К. Ходжиев // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. – Душанбе 2020. -№4 (52). –С.60-63.
 11. Ходжиев, С.К. Коагулирующая способность хлорида железа при очистке шахтных вод / Х.Ё. Ашуров, Р.О. Азизов, С.К. Ходжиев, Д.С. Давлатов // Вестник педагогический университет. –Душанбе 2020. -№1-2 (5-6). –С.122-126.
 12. Ходжиев, С.К. Сравнительный анализ результатов очистки шахтной воды от тяжелых металлов методом коагуляции / Х.Ё.Ашуров, Р.О. Азизов, С.К. Ходжиев // Учёные записки. Серия естественные и экономические науки. –Худжанд 2021. -№3 (58). –С.46-49.

САМАРАНОКИИ КОАГУЛЯНТҲОИ ДАР АСОСИ ОҶАН ВА АЛЮМИНИЙ ДАР РАВАНДИ ТОЗА КАРДАНИ ОБИ ШАХТАВӢ АЗ МЕТАЛЛҲОИ ВАЗНИН ВА РАДИОАКТИВ

Азизов Р.О., Ҳоҷиев С.К.

Аннотация. Дар ин мақола муаммои олудашиви обҳои шахтавӣ бо металлҳои вазнин ва радиоактив, ки барои бисёр минтақаҳои истихроҷи маъдан дахл дорад, баррасӣ мешавад. Диққати асосӣ ба омӯхтани самаранокии истифодаи коагулянтҳои дар асоси оҷану алюминий барои тоза кардани ин гуна обҳо дода мешавад. Муаллифон навъҳои гуногуни коагулянтҳо, хосиятҳои химиявӣ физикии онҳо, инчунин қобилияти пайваст кардан ва тоза кардани металлҳои вазнин ва элементҳои радиоактивиро аз об таҳлил кардаанд.

Калидвожаҳо: тозакунии об, металлҳои вазнин, металлҳои радиоактив, коагулянтҳо, усули коагулятсия.

EFFECTIVENESS OF COAGULANTS BASED ON IRON AND ALUMINUM IN THE PROCESS OF PURIFYING MINE WATER FROM HEAVY AND RADIOACTIVE METALS

Azizov R.O., Hojiev S.K.

Annotation. This article discusses the problem of contamination of mine waters with heavy and radioactive metals, which is relevant for many mining regions. The main attention is paid to studying the effectiveness of using coagulants based on iron and aluminum to purify such waters. The authors analyze different types of coagulants, their chemical and physical properties, as well as their ability to bind and remove heavy metals and radioactive elements from water.

Key words: water purification, heavy metals, radioactive metals, coagulants, coagulation method.

Сведения об авторах: Азизов Рустам Очилдиевич, доктор технических наук, заведующий отдел новых технологий Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ, тел.: 92-754-47-98, e-mail: rustam.azizov57@gmail.com; Ходжиев Саидмукбил Косимович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой Естественнонаучных дисциплин Горно-металлургического института Таджикистана, тел.: 92-732-08-41, e-mail: saidmukbil@mail.ru

Authors' information: Azizov Rustam Ochilievich, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of New Technologies Center for Innovative Development of Science and New Technologies NAST, tel.: 92-754-47-98, e-mail: rustam.azizov57@gmail.com; Hojiev Saidmukbil Kosimovich, candidate of technical sciences, Head of Natural sciences chair of Mining-Metallurgical Institute of Tajikistan, tel.: 92-732-08-41, e-mail: saidmukbil@mail.ru.

УДК 551.501.7, 535.341

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

*Абдуллозода С.Ф.¹ (Абдуллаев С.Ф.), Умаров Н.Н.²,
Рахматзода М.Н.² (Рахматов М.Н.)*

¹Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ,

²Худжандский государственный университет им. академика Б. Гафурова

Аннотация: В работе исследовано влияние метеорологических параметров на формирование молекулярной структуры листьев растений, которое отражается на спектроскопических параметрах биомолекул природных соединений. Установлено, что влажность, температура воздуха и температура на поверхности Земли влияют на свойства и структуры растений. Выявлено, что экологические условия места произрастания влияют на меж- и внутримолекулярные водородные связи природных растительных соединений. Определено, что изменения происходят в области валентных колебаний гидроксильных, метильных и метиленовых групп, а также в области деформационных колебаний $-C=O-$, $-C=C-$ групп.

Ключевые слова: метеорологические параметры, влажность воздуха, температура, природные соединения, растения, инфракрасные спектры.

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, что проблема производства экологически безопасной продукции из дикорастущих и культурных растений в настоящее время является одной из актуальных задач естественно-научных направлений.

В работах [1-4] исследовано влияние радиационного фона места произрастания на спектральные свойства и энергию межмолекулярного взаимодействия биомолекул растений. Определено, что радиационный фон, радионуклиды, тяжёлые металлы и другие внешние факто-

ры влияют на спектральные параметры природных растительных соединений. Объединение физическо-химических и метрологических методов изучения позволяет повысить эффективность качества продукции из растения и мониторинга окружающей среды.

В статье исследовано влияние метеорологических параметров места произрастания на спектроскопические характе-

ристики листьев донника лекарственного (лат. *Melilotus officinalis* L.) в процессе формирования молекулярной структуры растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Метеорологические параметры обработаны с первого апреля до конца июля 2014 г. то есть в период произрастания и цветения растений. Характеристики места произрастания приведены в табл.1.

Таблица 1.

Характеристики места произрастания

Место произрастания	Высота над уровнем моря, м
Худжанд (40.281891с.ш.; 69.621401в.д.)	380
Гулистон (40. 286226 с.ш.; 69.833810 в.д.)	400
Дигмай (40.560662 с.ш.; 69.655041 в.д.)	450

В период произрастания и цветения донника [5, 6] одновременно определено среднедневное значение влажности воздуха, температуры на поверхности Земли и температуры воздуха в пространстве около 2 метров от Земли используя спутниковые данные НАСА [7]. Также рассчитана обратная траектория переноса воздушных масс для уточнения вклада источников поступления загрязняющих веществ, возможно, влияющих на метеорологические параметры местности и в дальней-

шем на молекулярную структуру и спектроскопические характеристики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 приведена среднедневная влажность воздуха. Из графика видно, что в период эксперимента значение относительной влажности воздуха нелинейно – от 85% до 40 % – уменьшается. Очевидно, этот факт влияет на формирование молекулярной структуры биомолекул природных растительных соединений.

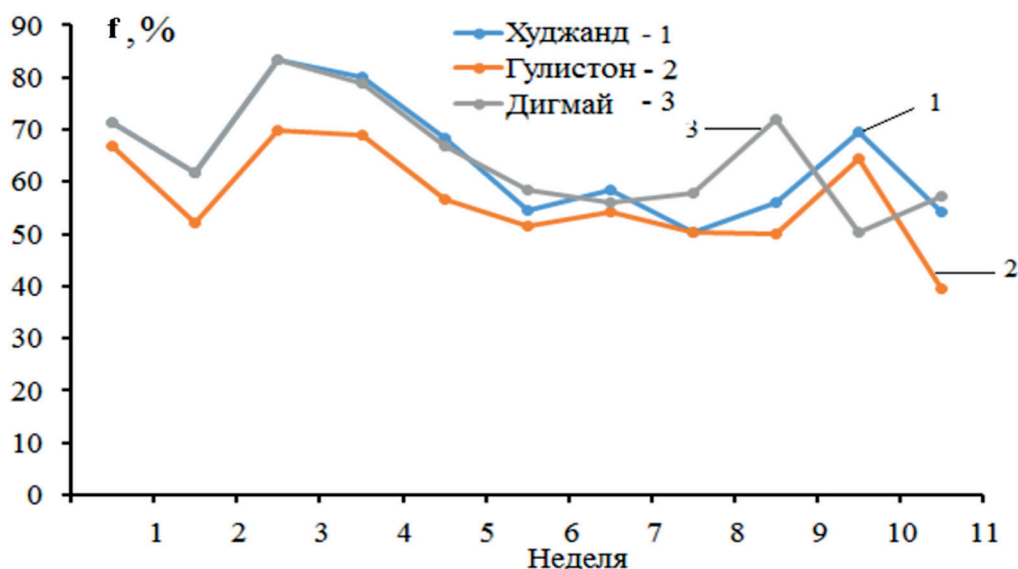


Рис. 1. Влажность воздуха в период эксперимента (01.04 – 15.07. 2014 г.)

На рис.2, 3 приведены изменения температуры на поверхности Земли и на высоте 2м от поверхности Земли в исследованных местах произрастания.

Анализ температур (рис. 2, 3) показывает, что среднесуточная температура для Худжанда и Гулистана почти идентична и она отличается от Дигмая (рис.2 а-в).

Поэтому, с учётом этого факта далее рассматривается сравнение данных города Худжанда и Дигмай. Разности температуры почвы и атмосферы, а также относительной влажности воздуха становятся доминирующими факторами для структурных изменений биомолекул природных растительных соединений.

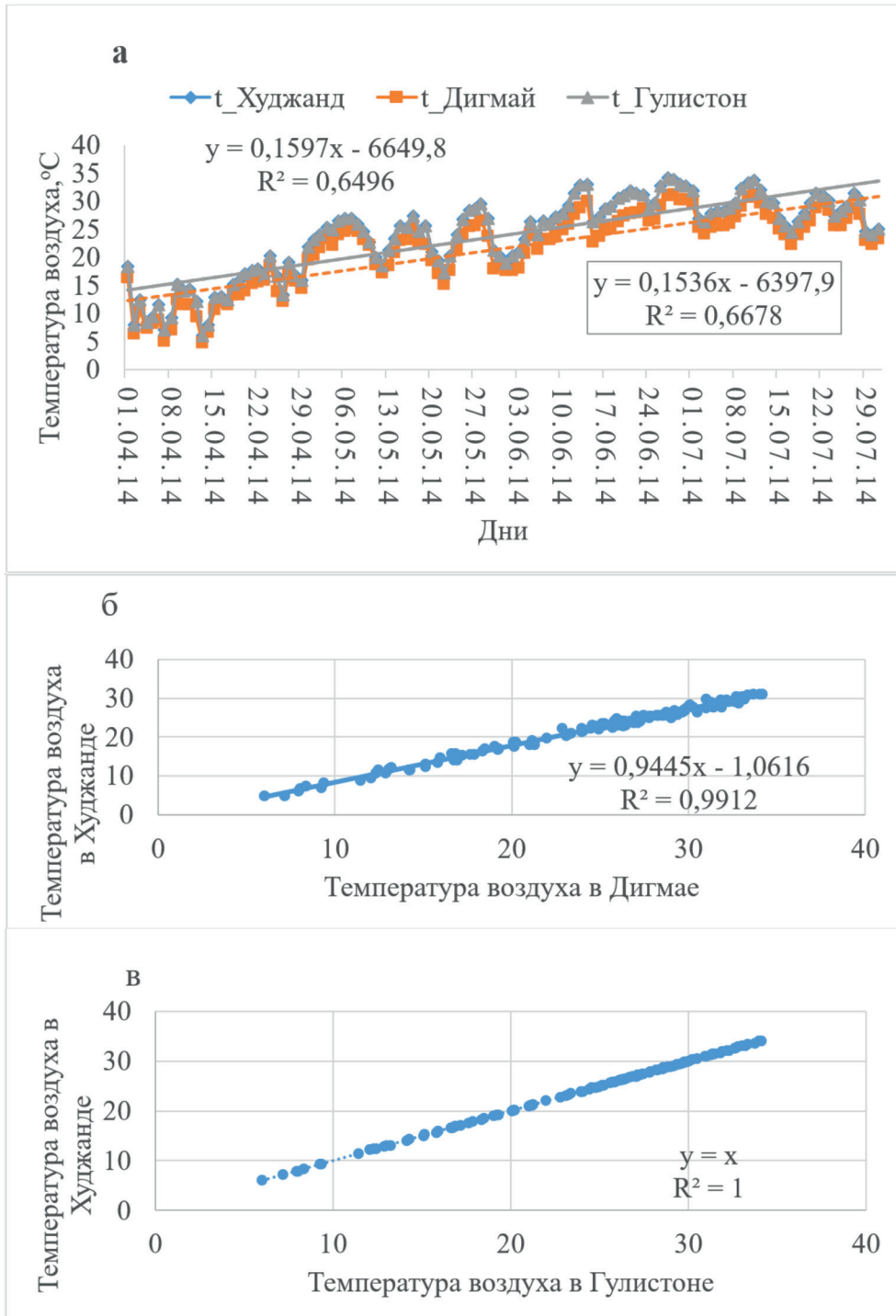


Рис.2. Вариации температуры воздуха на уровне 2м от поверхности Земли (а), корреляции температуры между точками произрастания донника (б, в).

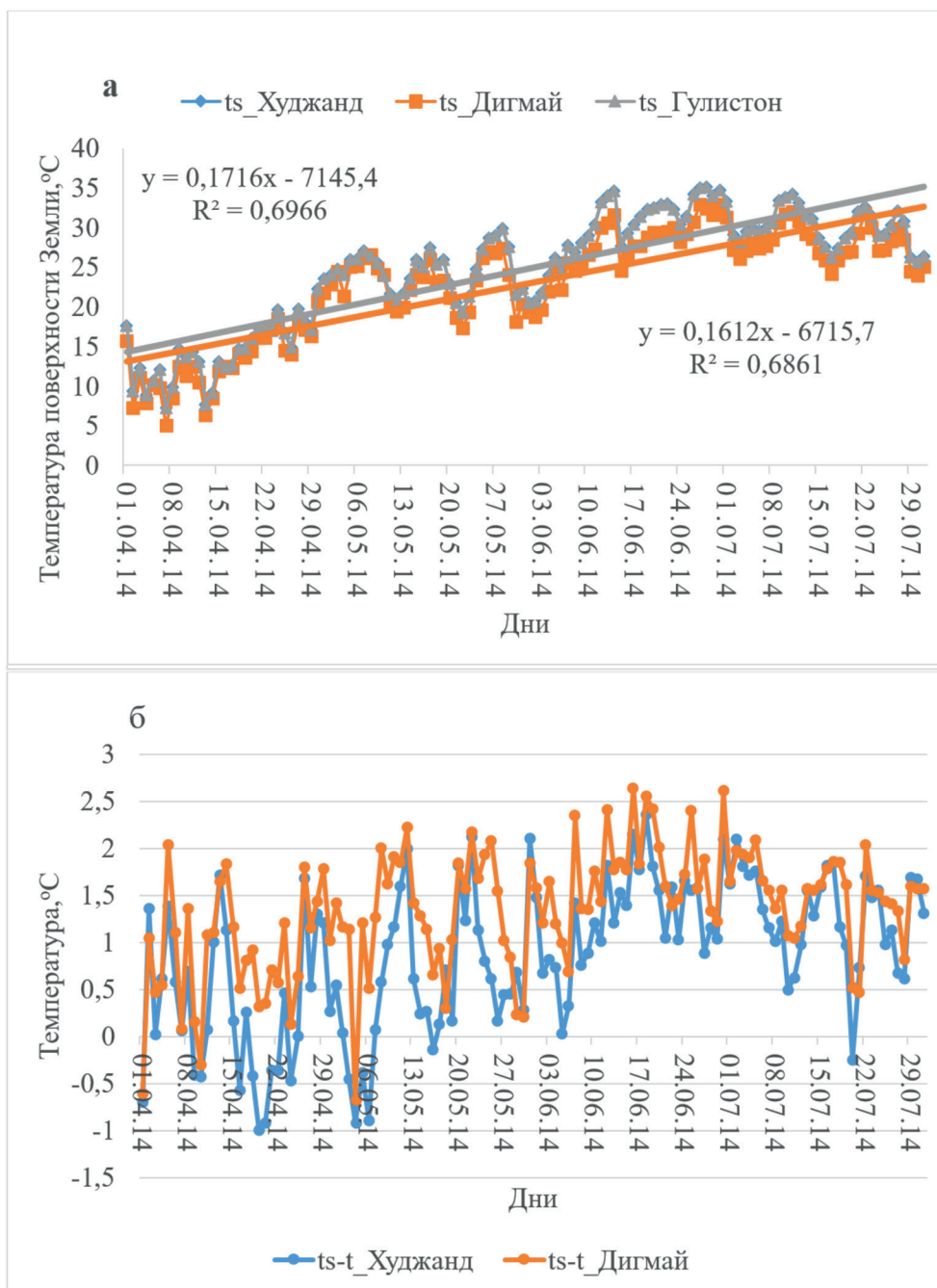


Рис. 3. Среднесуточная температура поверхности Земли (а), и разность температур почвы и атмосферы (б) в период 01.04.2014–31.07.2014г.

В период 01.04.2014–31.07.2014г. вариация разности температур между почвой и поверхностью Земли варьируется в диапазоне – 1 ÷ + 2,6 °С, что незначительно

для роста растений. Чем больше разность температур между почвой и атмосферой, тем интенсивнее происходит движение органики в различных частях растений.

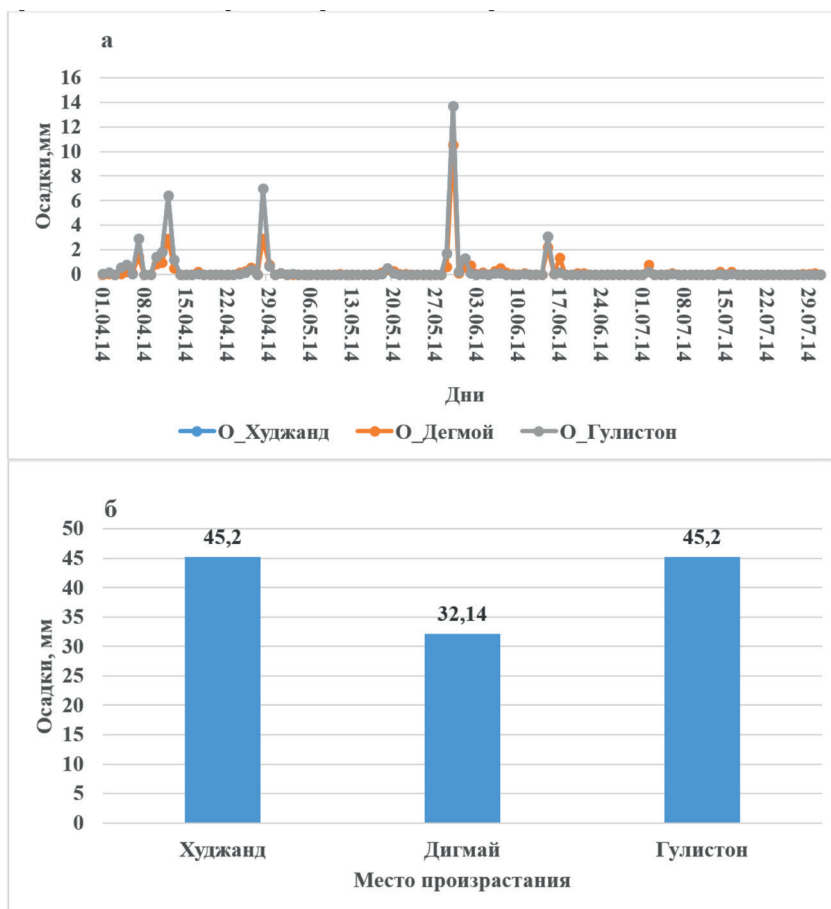


Рис.4. Среднесуточное значение осадков(а), сумма осадков(б) за период 01.04.2014–31.07.2014г.

На рис.4. представлено среднесуточное значение осадков (а), сумма осадков (б) за период 01.04.2014–31.07.2014г. Осадки зарегистрированы 07.04.2014г., 12.04.2014г., 28.04.2014г., 30.04.2014г., и

15.07.2014г. (рис. 4.а). Как видно из рис. 4б., сумма осадков за исследуемый период одинакова для Худжанда и Гулистона (45.2мм) а для Дигмая (32,14мм), что на 30% меньше.

Таблица 2.

Характеристика температуры для мест произрастания растения

Место сбора	Температура воздуха			Температура поверхности Земли		
	Худжанд	Дигмай	Гулистон	Худжанд	Дигмай	Гулистон
Параметры						
Среднее	23,9	21,5	23,8	24,8	22,9	24,7
Максимальные	34,1	31,1	34,0	35,2	32,9	35,1
Минимальные	6,0	4,7	5,9	7,2	5,1	7,1

В табл. 2 приведены температурные характеристики места сбора растений; видно, что температура воздуха и на поверхности Земли в Худжанде и Гулистоне близки, но в Дигмае эти значения отлича-

ются. Очевидно, эти изменения влияют на формирование молекулярной структуры природных растительных соединений.

На рис.5., представлены вариации влажности на поверхности почвы (а),

влажности на корневой системе (б) и профиль влажности почвы (в) в период 01.04.2014–31.07.2014 г. Максимум, зафиксированный в 31.05.2014 г. (рис. 5а), связан с осадкой (рис. 4а). Влажность почвы для корневых систем отличается между Худжандом и Дигмаем и при переходе к лету она становится стабильной, тогда

как весной в связи с осадками она оказывается нестабильной (рис.5б). Профиль влажности почвы (рис. 5в) в Дигмае стабильнее, чем в Худжанде, но для Худжанда он имеет меньшее значение. Это, возможно, связано с высотой расположения, орографии местности и т.д.

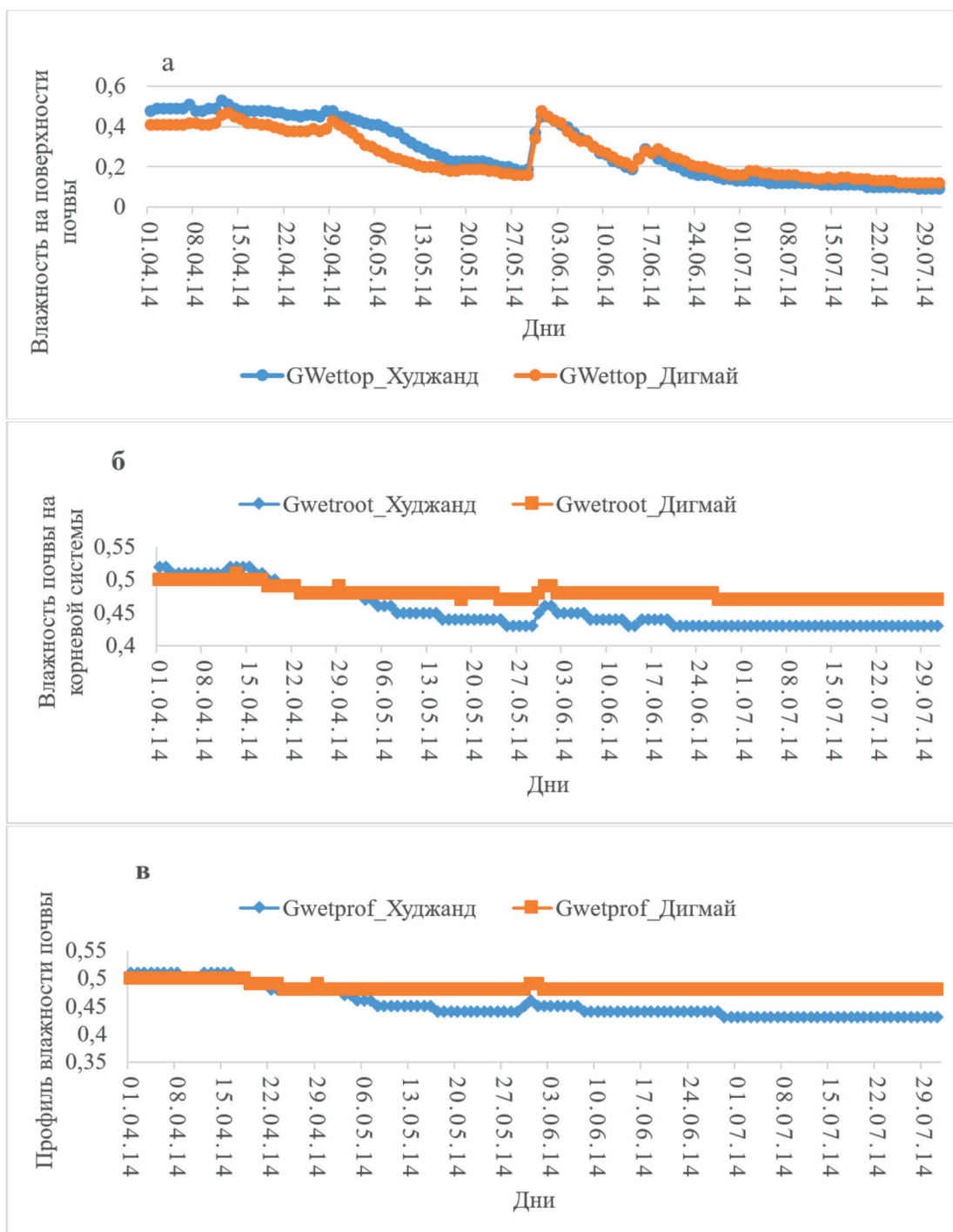


Рис.5. Вариация влажности на поверхности почвы (а), влажности на корневой системе (б) и профиль влажности почвы(в) в период 01.04.2014–31.07.2014 г.

Для определения вклада внешних факторов на метеорологические параметры проведен расчёт обратной траектории переноса воздушных масс с 15 до 22 июня 2014 года. Для выяснения переноса воздушных масс применён метод обратных траекторий, результат получен на основе анализа данных модели HYSPLIT. Время движения воздушных масс составляло около 168 часов.

Расчёт обратной траектории воздушных масс [8-10] на 15 июня 2024 г. (рис.6) указывает на доминирующие источники на высоте 500 м – для точки а – Уральск (Казахстан), точки б – Финляндия, точки в – Пултус (Польша), что свидетельствует о возможном, дальнем переносе загрязнения.

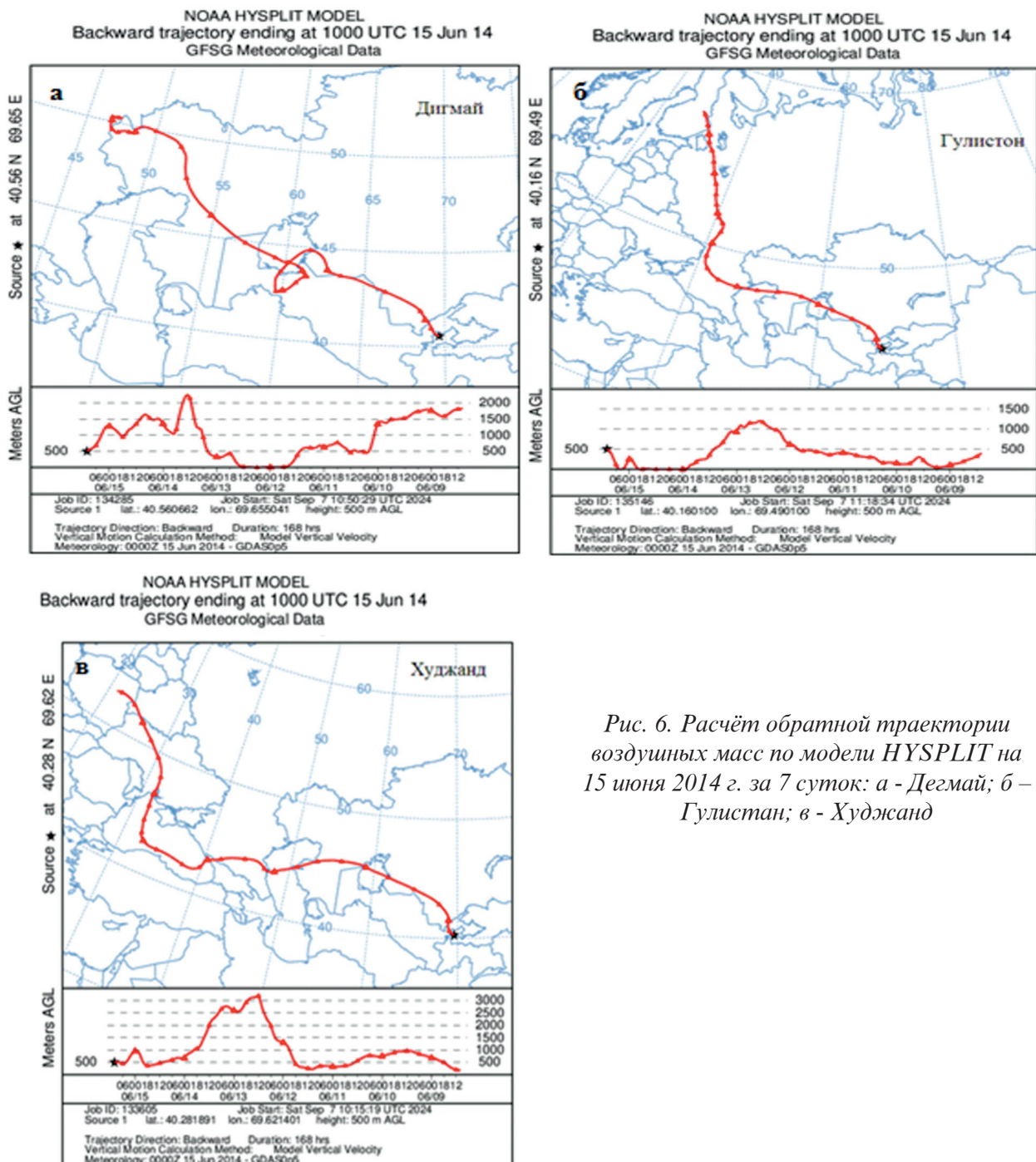


Рис. 6. Расчёт обратной траектории воздушных масс по модели HYSPLIT на 15 июня 2014 г. за 7 суток: а - Дегмай; б – Гулистан; в - Худжанд

Согласно данным научной литературы, для формирования молекулярной структуры растения и его физико-химических свойств важную роль играют листья, так как листья растений взаимодействуют с окружающей средой и под действием солнечной радиации происходит фотосинтез [11]. Фотосинтетическая активная радиация, или, сокращённо, ФАР(PAR) - часть доходящей до биоценозов солнечной радиации в диапазоне от 400 до 700 нм, используемая растениями для фото-

синтеза. Этот участок спектра более или менее соответствует области видимого излучения. Фотоны с более короткой длиной волны несут слишком много энергии, поэтому могут повредить клетки, но они по большей части отфильтровываются озоновым слоем в стратосфере. Кванты с большими длинами волн несут недостаточно энергии и поэтому не используются для фотосинтеза большинством организмов [12].

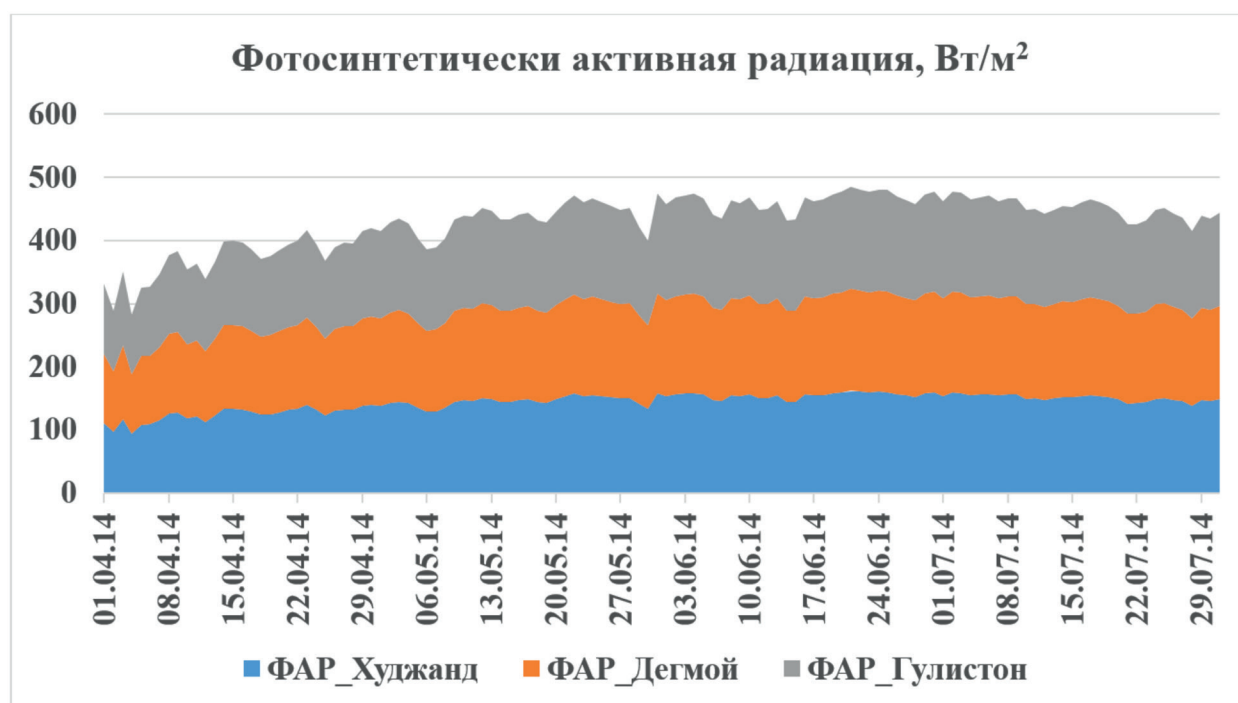


Рис. 7. Накопление фотосинтетически активной радиации в период изучения

Из данных научной литературы известно, что влияние внешних факторов отражается на спектроскопических характеристиках [13-15], поэтому в работе изучено влияние метеорологических параметров на инфракрасные спектры листьев донника.

В рис. 8 приведены ИК-спектры образцов из листьев растений, произрастающих в близких друг другу метеорологических параметрах.

В спектре образца из Худжанда в области частот 3800–3000 см⁻¹ проявляется ши-

рокая интенсивная полоса с максимумом частоты около 3245 см⁻¹. Для образцов из «Дигмая» эта полоса более интенсивная и данные максимума полос поглощения расщепляются на три пика: 3390, 3285 и 3200 см⁻¹. Однако, наиболее сильную интенсивность в данной области частот имеет полоса поглощения образца из города Гулистана, произрастающего около санатория «Бахористона» с максимумами полос поглощения в 3250 см⁻¹.

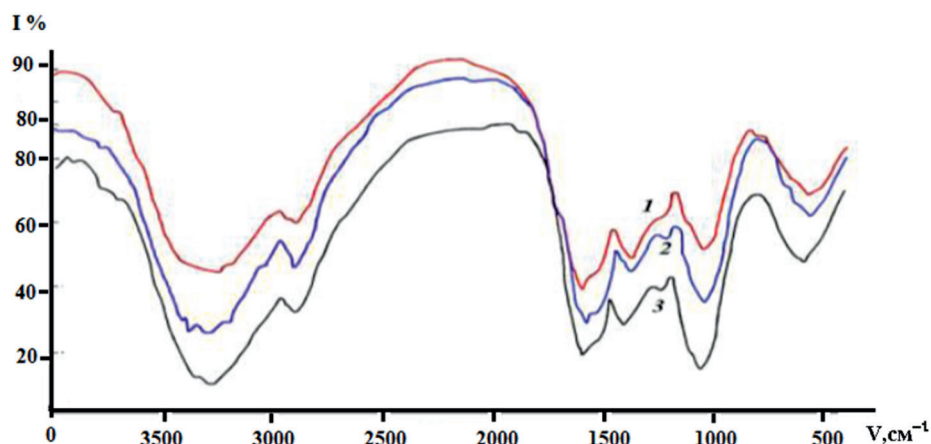


Рис. 8. ИК-спектры листьев донника, собранных из: 1–Худжанд, 2– «Дигмай» и 3–Гулистана

В ИК-спектрах листьев полосы поглощения в области волнового числа 2970-2830 см⁻¹, относящиеся к валентным колебаниям метильных и метиленовых групп, отличаются как по интенсивности спектра, так и по положению максимумов полос поглощения. В спектрах образцов, собранных в «Дигмае», полоса поглощения с $\nu_{\text{макс}}$ при 2895 см⁻¹ более интенсивная по сравнению со спектрами образцов, отобранных из Худжанда и Гулистана. В спектре (рис. 8) сравнительный анализ ИК-спектров указывает на различие формирования структуры листьев в области частот 1800-400 см⁻¹. Для образцов из Худжанда и Гулистана максимум полос поглощения в данной области частот лежит при 1600 и 1595 см⁻¹, а для образцов из «Дигмай» – при 1510 см⁻¹. Кумулятивно изменения в спектрах поглощения наблюдаются в области частот 1450-400

см⁻¹, то есть максимумы полос при 1370, 1065 и 574 см⁻¹ характерны для образца из Худжанда; для образцов из «Дигмая» они проявляются при 1342, 1000 и 520 см⁻¹, а для образцов из Гулистана – при 1390, 1000 и 587 см⁻¹, соответственно. Сравнение спектра листьев растений из Гулистана со спектрами образцов из Худжанда и «Дигмая» показывает, что характер поглощения образцов из Гулистана отличается по положению $\nu_{\text{макс}}$ полос поглощения, что свидетельствует о различии в формировании молекулярной структуры отдельных функциональных групп в процессе структурообразования листьев растений. Об этом свидетельствуют особенность поглощения в области водородных связей (3800–2970 см⁻¹), форма полосы при 2890 см⁻¹ и положение частот полос при 1595, 1390 и 1060 см⁻¹, смещённых в высокочастотную область.

Таблица 3.

Динамика изменения и соотношение интенсивностей полос поглощения листьев донника

	Место сбора	1	2	3	4	$\nu_{\text{макс.1}}$	$\nu_{\text{макс.2}}$
1	Худжанд	65	15	12	16	3220	1620
2	Гулистон	72	20	5	27	3420	1600
3	«Дигмай»	85	27	4	34	3250	1584

Примечание: 1 – максимум интенсивности полос ОН-групп; соотношение интенсивностей полос (%): 2 – 3200/2900, 3 – 1600/1050 и 4 – 1050/600, $\nu_{\text{макс.1}}$ - частота максимальных полос поглощения в области – ОН группы, $\nu_{\text{макс.2}}$ - частота максимальной полос поглощения в области С=О-групп.

Из табл. 3 видно, что соотношение интенсивности, смещение максимума полос поглощения, частота максимальных полос поглощения функциональных групп

в процессе структурообразования листьев растений под воздействием внешних факторов изменяется.

Таблица 4.

Оптические характеристики листьев донника в зависимости от метеорологических параметров

№	Место произрастания	ν , см ⁻¹	K_{\max}	$\Delta \nu \frac{1}{2}$, см ⁻¹	Интегральная интенсивность
1	Худжанд	3260	2,9	615	4841
2	Гулистон	3350	4,2	620	5010
3	«Дигмай»	3340	4,1	610	4713

Примечание: ν - частота полос поглощения, K_{\max} - коэффициент поглощения, $\Delta \nu \frac{1}{2}$, см⁻¹ - полуширина полос поглощения

Для объективности оценки спектральных изменений проведен расчёт оптических характеристик листьев донника с места произрастания (табл. 4).

Данные, приведённые в табл.4, показывают существенное изменение спектральных характеристик функциональных групп. Выявленные изменения полуширины полос поглощения, максимальный коэффициент поглощения и интегральной интенсивности полос поглощения, возможно, происходят за счёт изменения условий биосинтеза и влияния метеорологических параметров, как температура, влажность, на процесс формирования биомолекул растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно заключить, что температура почвы и воздуха, влажность и другие метеорологические параметры места произрастания влияют на формирование молекулярной структуры функциональных групп, в частности, на меж- и внутримолекулярные водородные связи природных растительных соединений. Об этом свидетельствует изменение формы полос поглощения, полуширина и положение в спектрах образцов, что, возможно, связано с накоплением в растении низкомолекулярных компонентов. В целом, изучение ИК-спектров поглощения

образцов донника в области валентных колебаний ОН и NH метильных, метиленовых и деформационных колебаний -C=O-, -C=C- групп, 1800-1200 см⁻¹, даёт основание сделать вывод о явном влиянии метеорологических параметров и условий места произрастания на образования функциональных групп и молекулярной структуры.

Литература

1. Абдуллаев С.Ф., Сафаралиев Н.М., Партоев К. Исследование биологического поглощения тяжёлых металлов растением-фиторемедиантом – топинамбуром (*Helianthus tuberosus* L. Химическая безопасность. – 2019. – Т. 3. – № 1. – С. – 110–117.
2. Ильин В.Б., Байдина Н.Л., Конарбаева Г.А., Черевко А.С. Содержание тяжёлых металлов в почвах и растениях Новосибирска. Агрехимия. – 2000. – № 1. – С. 66–73.
3. Умаров Н.Н., Юсупов И.Х., Абдуманонов А., Кодиров А.Л., Абдуллаев С.Ф., Абдуманнонова Ф.А. Влияние радионуклидов на молекулярную динамику функциональных групп каперса колючего. Учёные записки. Серия естественные и экономические науки. Худжанд. – 2021. – №3 (58). – С. 29–35.

4. Умаров Н.Н., Шукуров Т., Абдуллаев С.Ф. Влияние пестицидов на содержание тяжёлых металлов и молекулярную динамику растительных природных соединений. Экосистемы. – 2020. – Выпуск 24. – С. 152–157.
5. Гаммерман А.Ф., Гром И.И. Дикорастущие лекарственные растения СССР. М: Медицина. – 1976. – 288 с.
6. Ходжиматов М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана. Гл. научн. ред. ТСЭ. – 1989. – 368 с.
7. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> – (дата обращения 12.09.2024г.)
8. Дракслер Р.Р., Хесс Г.Д. Описание системы моделирования NYSPLIT-4. Silver Spring: лаборатория ресурсов воздуха, Технический меморандум NOAA ERL ARL. 224. – 1997. – С. 1–22.
9. Штейн А., Дракслер Р.Р., Рольф Г.Д., Стандер Б.Дж., Коэн М., Нган Ф. Система моделирования атмосферного переноса и дисперсии NOAA NYSPLIT // Бюл. Являюсь. Метеорол. – 2015. – Т.96. – С. 2059–2077.
10. Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Назаров Б.И., и др. Динамика распределения тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в образцах почвы и пылевого аэрозоля юга Таджикистана. Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27. – № 03. – С. 207–214.
11. Холл Д., Рао К. Фотосинтез: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. 134 с.
12. https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотосинтетически_активная_радиация . – (дата обращения 12.09.2024г.)
13. Ильяшенко В.Д., Ильяшенко Н.В., Дементьева С.М. Устойчивость химического состава надземных частей *Hypericum perforatum* L. К антропогенному воздействию. Данные метода Фурье-ИК спектроскопии. Вестник Тв. ГУ. – 2008. – Вып. 8. – С.71–76.
14. Шукуров Т., Рахматова З.М., Марупов Р. Спектроскопические свойства дикорастущего лекарственного растения цикория обыкновенного. ДАН РТ. – 2009. – Т. 52. – №6. – С. 449–454.
15. Умаров Н.Н., Давлатмамадова С.Ш., Шукуров Т., Усмонов А., Марупов Р. Исследование молекулярных свойств листьев донника лекарственного (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) методом ИК-спектроскопии. ДАН РТ. – 2014. – Т.57. – №1. – С. 32–36.

ТАЪСИРИ ПАРАМЕТРҲОИ МЕТРОЛОГӢ БА ҲОСИЯТИ ФИЗИКА-ХИМИЯВИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ ТАБИӢ РАСТАНИГӢ

*Абдуллозода С.Ф. (Абдуллаев С.Ф.), Умаров Н.Н.,
Раҳматзода М.Н. (Раҳматов М.Н.)*

Аннотатсия. Дар кори мазкур таъсири омилҳои метеорологӣ ба ташиққулёбии сохтори молекулави барги растани, ки ба хусусиятҳои спектроскопии биомолекулаҳои пайвастагиҳои табиӣ инъикос меёбад мавриди тадқиқот қарор дода шудааст. Муқаррар карда шуд, ки намӣ, ҳарорати ҳаво ва ҳарорати сатҳи Замин ба ҳосият ва сохтори растани таъсир мерасонад. Маълум карда шуд, ки шароити экологии муҳити сабзии ба боҳамтаъсири байнимолекулави ва дохилимолекулави алоқаҳои ҳидрогени пайвастагиҳои табиӣ растанигӣ таъсир мерасонад. Муайян карда шудааст, ки тағйирёби асосан дар ҳудуди лапшиҳои валентии гурӯҳҳои ҳидроксилӣ, метилӣ ва метилени ва инчунин дар ҳудуди лапшиҳои дефферматсионии гурӯҳҳои -C=O-, -C=C- ба амал меояд.

Калимаҳои калидӣ: параметрҳои метрологӣ, намии ҳаво, температура, пайвастагиҳои табиӣ, растани, спектрҳои инфрасурх.

THE AFFECT OF METEOROLOGICAL PARAMETERS UPON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF NATURAL VEGETABLE COMPOUNDS

*Abdulozoda S.F., (Abdulloev S.F.), Umarov N.N.,
Rahmatzoda M.N. (Rahmatov M.N.)*

The article dwells on the results of the research of the research best with the affect of meteorological parameters upon a formation of a molecular structure of leaves of plants reflecting on spectroscopical ones referring to the biomolecules of natural compounds. It has been ascertained that humidity, air temperature and that one being on the Earth surface influence the properties and structure of plants. It is elicited that ecological conditions of the place of sprouting have a sway over inter and intramolecular hydrogenic ties of natural vegetable compounds. It is determined that changes take place on the plots of valiancy vacillation of hydroxilic, methyl and methylene groups and on those ones connected with deformed vacillation: C=O-, -C=C- groups.

Key-words: *meteorological parameters, air humidity, temperature, natural compounds, plants, infrared spectra.*

Маълумот дар бораи муаллифон: Абдуллозода Сабур Фузайл - доктори фанҳои физикаю математика, профессор, ИФТ ба номи С.У.Умарови АМИТ. Адрес: Шаҳри Душанбе, тел. (+992)918177390, E-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com. Умаров Насимҷон; Негматович - номзади фанҳои физикаю математика, дотсент, ДДХ ба номи академик Б.Ғафуров. Адрес: Шаҳри Хучанд, тел.(+992) 92740 55 65, E-mail: nasimchon-74@mail.ru; Раҳматов Муҳамади Нуридинович- номзади фанҳои физикаю математика, дотсент, ДДХ ба номи академик Б.Ғафуров. Шаҳри Хучанд, тел.(+992) 929431992, E-mail: muhamadi.rahmatov@yandex.com

Information about the authors: Abdullozoda Sabur Fuzayl - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, PhTI named after S.U.Umarov. Address: Dushanbe city, Tel:(+992) 918177390, E-mail: sabur.f.abdullaev@gmail.com. Umarov Nasimjon Negmatovich- Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, KhSU named after Academician B. Gafurov. Address: Khujand city, Tel:(+992) 92740 55 65, E-mail: nasimchon-74@mail.ru. Rakhmatov Mukhamadi Nuridinovich- Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, KhSU named after Academician B. Gafurov. Address: Khujand city, Tel:(+992) 929431992, E-mail: muhamadi.rahmatov@yandex.com

ХИМИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ЗАЩИТУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Джураев Т.Д.¹, Газизова Э.Р.², Раджабова А.С.²

¹*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ,*

²*Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими*

Аннотация. В сообщении приведены сведения о формировании нового направления в практической экологии – экологического катализа, изучающего закономерности реакций каталитического превращения химических веществ, которые могут быть использованы для решения современных проблем охраны окружающей среды.

Ключевые слова: экологический катализ, озонобработка, очистка сточных вод, газовые выбросы, защита воздушного бассейна, безотходные и малоотходные химические технологии.

Актуальность. На стыке физической энергетики, металлургического и химического машиностроения, способствующие развитию практической экологии, сформировалось перспективное научно-техническое направление – экологический катализ. Термин «экологический катализ» был предложен в 1980 году член-корреспондентом НАН Украины В. М. Власенко. В настоящее время термин является общепризнанным в мировой практике и известен как раздел химической науки о катализе, изучающий закономерности реакций каталитического превращения веществ, которые могут быть использованы для решения технологических вопросов охраны окружающей среды [1-3]. Экологический катализ представляет собой научное направление, связанное с практическим использованием катализа в целях охраны окружающей среды. Процессы экологического катализа можно разделить на три группы:

1-каталитическая очистка газовых выбросов в атмосферу с целью защиты воздушного бассейна от загрязнений токсичными веществами;

2-каталитическая очистка сточных вод с целью защиты водного бассейна;

3-каталитическое создание процессов безотходных и малоотходных химических технологий.

Для большинства процессов первой и второй групп характерно превращение удаляемых токсичных веществ в безвредные соединения. Оптимальными являются процессы их превращения в ценные продукты. Наиболее радикальным решением технологических аспектов охраны окружающей среды является использование безотходных экологически чистых технологий. В создании безотходных каталитических процессов большое значение имеет разработка и использование высокоселективных катализаторов.

Цель исследования. В данном сообщении обобщена информация о некоторых проблемах экологического катализа и путях их решения с целью проведения анализа способности применяемых при этом катализаторов и раскрытия в дальнейших исследованиях механизма их воздействия.

Материалы и методы исследования. Как известно [1-3], охрана окружающей среды в значительной мере связана с отрицательным воздействием неорганических веществ. Из них наибольшую опасность создают ртуть, диоксид серы и оксид азота, загрязняющие атмосферный воздух. Для увеличения производства продуктов питания эффективное использование удобрений, инсектицидов и гербицидов обеспечивает высокую урожайность, но одновременно загрязняет окружающую

среду. Азот, фосфаты и калий поступают в экологическую систему, в результате чего исчезают многие реки и озера, превращаясь в застойные болота. Пока нет решения уменьшению загрязненности от избытка удобрений. Даже селективность удобрений не решит этой проблемы. Например, внося огромные количества извести или нитрофосфатов, можно создать при этом в почве дефицит микроэлементов, поскольку некоторые металлы становятся труднодоступными для растений в результате образования нерастворимых фосфатов и гидроксидов [4, 5]. Серьезное осложнение в экологическую проблему городов вносит образования смога и аналогичных загрязнений за счет оксидов азота, которые выделяются при работе двигателей внутреннего сгорания. Озон O_3 , получающийся в этом процессе, является сильным окислителем, кроме того, он обладает раздражающим действием. В этом процессе возможно также образование свободных радикалов из недогоревших углеводородов. Потенциально экологически опасным продуктом является CO_2 – диоксид углерода, хотя он обычно не рассматривается как загрязнитель окружающей среды. Увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере может вызвать парниковый эффект. Поскольку температура Земли сбалансирована благодаря равновесию между энергией, получаемой от Солнца, и энергией, излучаемой обратно Землей (некоторая часть этого ИК-излучения поглощается диоксидом углерода в атмосфере). Такое поглощение энергии диоксидом углерода может изменить климат Земли, даже вызвать расплавление полярных льдов. Хотя этот вопрос является дискуссионным, однако общее мнение таково, что это явление реально [4-6].

Проблемы, которые призван решать экологический катализ, принципиально отличаются от задач, стоящих перед техническим катализом. В соответствии

с этим, в значительной степени различаются и процессы, используемые в этих областях. В техническом катализе применяются различные реакции как окислительно-восстановительного, так и кислотно-основного типа. В отличие от этого экологический катализ газофазных реакций использует, главным образом, ограниченный круг превращений токсичных веществ. Это в основном относится к газофазным реакциям - окисление кислородом и озоном [6, 7], например, при очистке воздуха от сернистого газа и сероуглерода или при реакциях восстановления оксидов азота водородом и сернистого газа – монооксидом углерода и т.д.

Понятно, что озон O_3 – это аллотропная модификация кислорода, молекула которого состоит из трех атомов и образуется при действии на кислород тихого электрического разряда. Он может образовываться и в природных условиях при действии ультрафиолетовых лучей Солнца на атмосферу. В среднем содержание озона составляет приблизительно 10-6 % в нижних слоях атмосферы. Озон используется в таких превращениях веществ, которые приводят к образованию безвредных или ценных продуктов. Безвредные продукты образуются при окислении органических веществ, оксида углерода, восстановлении оксидов азота, разложении озона, а ценные – при окислении хлорсодержащих соединений в хлор, сернистого газа – в серный ангидрид с последующим получением серной кислоты, при восстановлении сернистого газа в серу и др. Собственно, начало озонированию было положено в 1845 году, когда появились первые публикации, посвященные озонированию как средству окисления и как средству отбеливания. С прошлого века появились публикации [7-10] по проблемам озонирования - дезинфекции и инактивации вирусов. С конца прошлого века накапливаются публикации по полужаводским исследованиям и

описаниям крупных функционирующих озонаторных станций. С 1920 года огромный интерес представляла озонобработка неорганических и органических соединений. Решение этих проблем физикохимии озона приводит к формированию научных основ подготовки или регенерации питьевой воды, очистки сточных вод. Озонобработка неорганических соединений включает технологию очистки воды от примесей железа и марганца, аммиака и других азотосодержащих соединений, сульфидов и т.п. Значительное место среди проблем озонирования химических соединений, содержащихся в воде, занимают сведения об озонобработке гуминовых кислот и тригалометанов. К этим проблемам примыкают проблемы органолептических характеристик озонированной воды. К тем же проблемам, но касающимся не только подготовки и регенерации питьевой воды, а также и защиты окружающей среды, относится озонобработка хозяйственно-питьевых и промышленно-городских сточных вод с целью нейтрализации детергентов и пестицидов. Вообще, в связи с использованием озонобработки воды и воздуха детергенты, пестициды и фенолы являются предметами первостепенного внимания для производственных и бытовых целей.

Процесс по озонированию зависит от основных параметров озонобработки. Среди этих параметров: режимы фиксирования озона в кислородосодержащих газах для озонирования ими воды, растворимость озона в воде при различных условиях, массоперенос озона в воде, декомпозиция озона в воде и кинетика реакций окисления озонем. Некоторые разработки по озонобработке воды, как достаточно самостоятельные и важные, имеют право на отдельные рубрики: контактирование озона с водой, деструкция отработанного озона, озонирование морской воды, коррозия в озонных системах и конструкционные материалы для систем

озонирования. Технология озонпроизводства и озонобработки достаточно развита, и имеются примеры рассредоточенного и дозированного использования озона в химико-технологических системах. Так, найдено рациональным применять преозонирование и постозонирование. На ранних и поздних стадиях водоочистки подача озона способствует повышению её флокуляционной эффективности и биологической активности. Выделилась область каталитического озонирования, в которой озонирование комбинируется с ультрафиолетовым облучением, ультразвуковой обработкой, введением пероксида водорода и солей металлов. Дополнительные воздействия или добавки в этих случаях каталитически усиливают окисляющие процессы озонирования. Особое место в озонировании занимают две области. Это биологическое возрождение после озонирования и токсикология озонирования, здравоохранения и безопасность при озонировании. О том, что озонирование вышло из области теоретического интереса и вплотную вошло в хозяйственную и природоохранную практику, свидетельствуют публикации [7-10] по средствам автоматизации и управления озоногенераторами, в том числе по микропроцессорным средствам и экономике озонпроизводства и озонобработки.

Заключение. В связи с техническими потребностями и потребителями атмосферного мониторинга образовалась и развивается область озонанализа [7-10]. Назрела необходимость и нам учёным, инженерам и технологам обратить особое внимание на изучение проблем каталитического озонирования и его применение в народном хозяйстве нашей Республики. Кстати, в рассмотренных публикациях не оставляется без внимания и комментируется как зависимость количества производимого озона в стране от уровня его цивилизации. В странах БеНиЛюкса

(Бельгия, Нидерланды и Люксембург), США и Японии за последние десятилетия можно констатировать подъём озонопроизводства и озонообработки, продолжающийся до сих пор [9].

Литература

1. Власенко В.М. Экологический катализ / В.М.Власенко // К.: Наукова Думка, 2010. – 237с.
2. Власенко В.М. Физико-химические основы экологического катализа газофазных реакций / В.М.Власенко // Теоретическая и экспериментальная химия, 1993. № 6. – С. 482-500.
3. Власенко В.М. Об особенностях «экологического» катализа / В.М. Власенко, В.Я. Вольфсон // В кн.: XIII Укр. респ. конф. по физ. химии. Одесса, 1980. – С. 69.
4. Сборник научных трудов. Роль химии в защите окружающей среды. К.: Наукова Думка, 1983. – 158 с.
5. Власенко В.М. Каталитические методы защиты воздушного бассейна / В.М. Власенко // К.: Знание, 1983. – 18 с.
6. Власенко В.М. Катализ в азотной промышленности / В.М. Власенко, М.П. Самченко, В.И. Атрощенко // К.: Наукова Думка, 1983. – 200 с.
7. Джураев Т.Д. Озонообработка и проблемы охраны окружающей среды / Т.Д. Джураев, М.М. Хакдодов // Вестник Педагогического университета, 2003. – С. 32-34.
8. Джураев Т.Д. Современные проблемы озонирования и окружающей среды / Т.Д. Джураев, М.М. Хакдодов // Вестник Педагогического университета, 2003. – С. 35-37.
9. Handbook of ozon technology and applications / Eds. R.G. Rice and A. Netzer // Michigan: Ann Arbor Science Publishers, 1982, vol. 1. – P. 386-390.
10. Прокофьева Ю.В. Химическая очистка сточных вод, загрязненных ионногенными ПАВ / Ю.В. Прокофьева, Е.В. Максимова, И.А. Почиталкина, Т.В. Конькова, Е.Ю. Либерман // Успехи в химии и химической технологии, 2008, том 22, № 9(89). – С. 100-102.

МАСЪАЛАҲОИ ҲОЗИРАЗАМОНИ КАТАЛИЗИ ЭКОЛОҒИ

Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Раҷабова А.С.

Аннотатсия. Мағрӯзаи мазкур дар бораи самти нави экологияи амалӣ, яъне катализи экологӣ маълумот дода мешавад, ки вай намудҳои реаксияҳои табодулотти каталиктикии моддаҳои химиявиро меомӯзад, ки онҳоро барои ҳалли проблемаҳои ҳозиразамони экологӣ истифода бурдан айни муддао мебошад.

Калидвожаҳо: катализҳои экологӣ, тозакунии озон, коркарди обҳои партовӣ, партовҳои газӣ, ҳифзи ҳаво, технологияҳои кимиёвии бепартов ва кампартов.

MODERN PROBLEMS OF ECOLOGICAL CATALYSIS

Juraev T.D., Gazizova E.R., Rajabova A.C.

Annotation. The report provides information about the formation of a new direction in practical ecology - environmental catalysis, which studies the patterns of reactions of the catalytic transformation of chemicals that can be used to solve modern environmental problems.

Key words: environmental catalysis, ozone treatment, wastewater treatment, gas emissions, air protection, waste-free and low-waste chemical technologies.

Сведения об авторах: Джураев Тухтасун Джураевич – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, E-mail: mcm45@mail.ru; Газизова Эльвира Рашитовна – кандидат химических наук, доцент кафедры «Металлургия» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими, Раджабова Аслия Саидовна – преподаватель кафедры «АСУ» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими.

УДК:504.054

ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

*Сосин П.М.¹, Мирбозхонова Н.², Гуломджанов И.²,
Муратов Ф.², Хомидов М.²*

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ,

²Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы влияния различных сельскохозяйственных культур на деградацию почв, обусловленную усилением эрозии. Распахивание склоновых земель под богарное земледелие с выращиванием зерновых культур приводит к усилению эрозии почв и нарушению естественного баланса между почвообразованием и смывом. Для определения влияния многолетних трав на уменьшение эрозии были организованы демонстрационные участки с посевом эспарцета и для сравнения участок с посевом пшеницы. На обоих участках на стоковых площадках определялся сток, смыв, водопроницаемость, НРК и атмосферные осадки. Сравнительные данные показывают, что на участке эспарцета сток и смыв значительно меньше, чем на пшенице, водопроницаемость на эспарцете на порядок выше, чем на пшенице. Результаты исследования показывают, что для улучшения экологического состояния окружающих ландшафтов, повышения плодородия почв сохранения почвенного покрова от деградации, а также значительного повышения доходности земель, необходимо полное замещение возделывания зерновых культур на многолетних травах.

Ключевые слова: стоковая площадка, сток, твердый сток, осадкомер, водопроницаемость, эрозия почв, землепользование.

Введение.

Исследование осуществлялось в Деваштичском районе Согдийской области. Опытные работы по изучению стока и смыва почв, а также определение биопродуктивности многолетних трав выполнялись в рамках проекта «Национальный проект по управлению водными ресурсами». Все работы осуществлялись на демонстрационном участке организованного несколько лет назад, где был посеян эспарцет взамен многолетнего возделывания пшеницы. Определение стока атмосферных осадков на склонах проводилось с конца апреля по начало июня, в период выпадения максимального количества атмосферных осадков, зачастую имеющих ливневый характер. Для сравнения влия-

ния многолетних трав на сток, были заложены две стоковые площадки на двух, рядом находящихся участках крутизной 11 градусов с разным землепользованием – эспарцет и яровая пшеница, расположенных на одинаковых элементах рельефа. Работы проводились с целью определения влияния разного типа землепользования на состояние почв и развитие эрозионных процессов. На обеих стоковых площадках определялся сток, смыв, и водопроницаемость почв. Определялась биопродуктивность эспарцета, выращиваемого взамен пшеницы, также выполнялся учет биомассы эспарцета, влияющей на сток. В смытой почве определялся гумус, подвижные формы азота, фосфора и обменный калий. Возле стоковой площадки,

заложенной на эспарцете, был поставлен суммарный осадкомер для фактического определения количества осадков, необходимого для расчета коэффициента стока[10].

Географическое положение. Исследование осуществлялось в Деваштичском районе Согдийской области. На северо-западных отрогах Туркестанского хребта. Опытные работы выполнялись на демонстрационных участках расположенных западней перевала, отделяющего бассейна реки Аксу от подгорной равнины. Демонстрационные участки находятся на абсолютных высотах 1771метров западной и восточной экспозиции, напротив друг друга.

Природные условия.

Геологическое строение. Литологическое строение массива представлено лессовидными суглинками эолово-делювиального генезиса разной мощности. Лессовидные суглинки плащеобразно залегают на конгломератах ниже плейстоценового возраста. Мощность конгломератов достигает несколько сот метров, и переслаиваются серией буро цветных суглинисто-глинистых слоев мощностью 1-3м. Наличие слоев в конгломератах указывает на сложную историю образования конгломератов, обусловленную циклами относительного поднятия и опускания территории при горообразовании, а также Материал конгломератов представлен хорошо окатанными валунами, галькой с песчаным заполнителем, которые сцементированы глинисто-карбонатным составом. Конгломераты занимают подгорную полосу вдоль Туркестанского хребта и заканчиваются при выходе в долину р. Сырдарья. Дальнейший подъем территории привел к развитию эрозионных процессов и формированию первичного рельефа. В конгломератах образовались овраги, ложбины с общей ориентацией на северо-запад. На образовавшийся в конгломератах рельеф накапливался пылева-

тый золотый материал, образовавшийся в процессе диагенеза толщи лессовидных суглинков. Перераспределение лессовидных суглинков по коренному рельефу сгладили первоначальный крутой рельеф, выработанный в конгломератах. В настоящее время рельеф представлен широкими ложбинами, рельеф приобретает холмисто-увалистые формы, имеющие крутизну склонов 8° - 30° . Дно ложин имеют крутизну до 6° - 80° .

Климатическая характеристика. Климат района носит в основном черты субтропического сухого и континентального климата. Характерной чертой климатического режима является контрастность увлажнения, которая выражается в резкой смене зимне-весеннего влажного и летне-осеннего сухого и жаркого климата. На распределение атмосферных осадков влияет циклоническая деятельность, орография и высота местности. Меридионально расположенные Гиссарский, Зеравшанский и Туркестанский хребты перехватывают влажные воздушные массы Сибирского и Монгольского циклонов. Обильные осадки связаны в основном с северо-западным вторжением холодного воздуха. Как правило, в условиях гор с увеличением высоты количество осадков увеличивается до высоты 2,5—3,1км, а выше начинает уменьшаться. Однако в бассейне р. Сырдарья это правило не всегда соблюдается. К примеру, на разных высотах 400м и 1300м выпадает одинаковое количество осадков—200мм, а на высотах 700м,1000м и 1450м выпадает 400мм осадков (рис. 2) В Худжанде на высоте 370м выпадает 193мм атмосферных осадков в год (таблица 1). А вверх по долине на высоте 847м (метеостанция Исфара) выпадает 146мм осадков. [2,3]. Поэтому для точного определения количества выпавших осадков на высоте 1771м, в районе стоковых площадках, с посевом эспарцета и пшеницы, нами был установлен осадкомер (рис. 1).



Рисунок 1. Установка осадкомера у стоковой площадки на участке эспарцета

За период наблюдений (май – начало июня) на участке выпало 222,5мм осадков. За это же время по метеостанции Худжанд (бывшей Ленинабад) выпало 29мм осадков, то есть почти в восемь раз меньше, чем на опытном участке. Таким образом, усредненный градиент осадков,

за период наблюдений, между метеостанцией Худжанд и осадкомером установленным на высоте стоковых площадок составляет 14мм/100м высоты. За это время в районе стоковых площадок дожди выпадали семь раз.

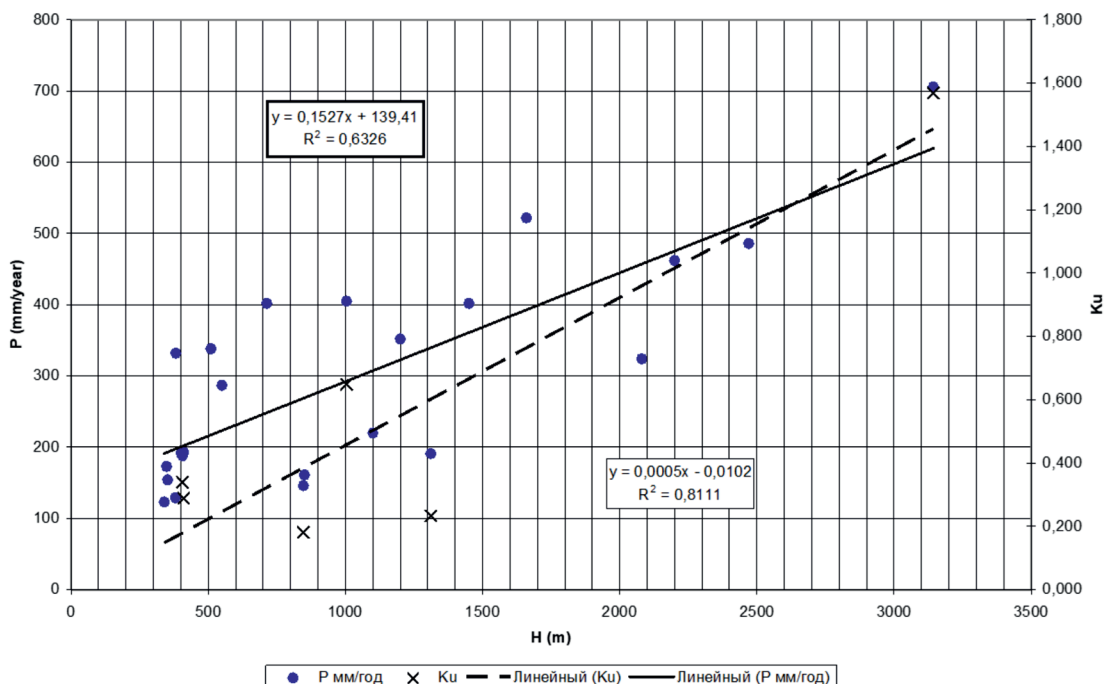


Рисунок 2. Среднегодовые осадки и коэффициент увлажнения по бассейну р. Сырдарья (левый берег)

По многолетним данным метеостанции Ленинабад (сейчас Худжанд) основное количество осадков выпадает в зимне-весенний период 140мм, что составляет 73% от годовой суммы. За лето выпадает

лишь 17 мм осадков. В целом количество осадков по левобережью р. Сырдарья возрастает по мере увеличения высоты местности. Коэффициент корреляции осадков с высотой равен 0,63. В этом же направле-

нии увеличивается и коэффициент увлажнения 0,81. Среднегодовая температура воздуха составляет 13,8°C. Среднемесячная температура, самого жаркого месяца

равна 27,4°C. (таблица 1) Сумма эффективных температур, по усредненному градиенту, составляет 0,57°C/100м высоты.

Таблица 1

Климатические параметры по метеостанции Ленинабад

Станция	Параметры	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ленинабад	Температура воздуха, °C	-0,5	2,0	8,5	15,6	21,6	25,8	27,4	25,2	19,7	12,4	6,4	2,0	13,8
	Атмосферные осадки, мм	19	20	30	28	21	11	5	1	1	16	19	22	193

Растительность. Естественная растительность в районе расположения стоковых площадок на высоте 1771м представлена крупнозлаковой полу саванной с фрагментами ячменей. (*Hordeum spontaneum*, *H. Bulbosa*), а также пыреев (*Eriogonum trichophorum*, *E. intermedia*). Из злаковых растений широкое распространение имеет житняк (*Agropyron*), овсюг (*Avena fatua*). Встречается эремурус и Вика полевая. Шибляк имеет слабое распространение и представлен ксерофитными кустарниками (*Rosa kokanika*). Естественная растительность встречается в виде узких полос вдоль пахотных земель на крутых склонах 25° - 30°. В виду сильного пере выпаса скота растительность сильно деградирована, урожай сухого сена находится в пределах 3 – 4ц/га. Не поедаемая растительность, представленная кузинией, достигает 10%.

Почвы. Стоковые площадки расположены на высоте 1771м. На этой высоте, согласно классификации Кутеминского В. Я. [8], формируются светло-коричневые почвы. Почвы данной территории используются в сельскохозяйственном производстве, в богарном земледелии с доисторических времени до настоящего времени под посев зерновых культур. Вследствие этого почвы в основном сильно эродированы и приурочены к более

крутым склонам. На менее крутых склонах формируются средне эродированные почвы. В ложбинах частично распространены слабо смытые почвы. Почвообразующими породами являются лессы и лесовидные суглинки. Гранулометрический состав среднесуглинистый. Среди механических фракций преобладает фракция крупной и средней пыли. Объемный вес пахотного горизонта 1,3г/см³, удельный вес 2,7г/см³. Содержание гумуса на эродированных почвах невысокое и в пахотном горизонте находится в пределах 1,24% - 0,8%. Вследствие нерационального использования земель, несоблюдения агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, произошла сильная деградация почвенного покрова. Деградация выражается в сокращении мощности почв, дегумификации, снижении плодородия, ухудшении структуры и водно-физических свойств почв. Все это приводит к увеличению стока и смыва почв. Поверхностный сток зависит от ряда факторов и может быть выражен формулой

$$Q = 0.224 RK (LS) CP$$

R – Фактор осадков

K – Фактор эродируемости почв (водопроницаемость, плотность, порозность, гумусированность);

LS – Комплекс топографических факторов, где

L – Длина склона, S – крутизна склона;
C – Фактор севооборота

P – Фактор противозерозионных мероприятий.

Восстановление почвенного покрова процесс длительный, а полное восстановление почвенного профиля видимо невозможно, так как история формирования почв охватывает десятитысячный период межледникового периода – Голоцена. Почвы на склонах развивались в неустойчивом равновесии с эрозией, где скорость естественной эрозии соответствовала скорости почвообразования. При антропогенном давлении на почвенный покров произошло смещение установившегося равновесия в сторону преобладания эрозии, что привело к деградации почв. Деградация почв, в свою очередь, приводит к деградации растительности, а деградация растительности приводит к дальнейшей деградации почв. Эти два важных компонента экосистемы имеют тесную взаимосвязь и взаимозависимость. Поэтому предпринимаемые нами усилия по восстановлению почв могут, лишь уменьшить скорость их деградации или остановить ее на данном существующем уровне

приблизив в какой-то степени скорость антропогенной эрозии к равновесному состоянию с почвообразованием. На стоковых площадках почвы сильно эродированы, но на эспарцете водно-физические свойства лучше, чем на пшенице.

Методика исследований. Для определения стока с поверхности почв, формирующегося на склонах, были сооружены стоковые площадки на эспарцете и пшенице. Размер стоковой площадки 20x10м имеет форму прямоугольника с длинной стороной вдоль склона, а короткой – поперек склона. Нижняя сторона стоковой площадки имеет форму конуса, две стороны которого идут к нижней середине площадки под углом 23°. По периметру стоковая площадка была ограждена. Для этого использовались полосы жести толщиной 2мм и шириной 35см. Полосы вбивались в землю на глубину 15см. В нижней по склону части площадки у вершины конуса выкапывалась яма, в которую устанавливалась пластмассовая бочка емкостью 110 литров. Бочка была установлена для сбора стекающей с площадки воды. Площадь стоковой площадки 212,5м² (Рис. 3).



Рисунок 3. Устройство стоковых площадок в Девайтчицком районе

После каждого дождя в бочке измерялся объем воды. Перед измерением объема воды в бочке она тщательно перемешивалась, после чего отбирался один литр мут-

ной воды для дальнейшего определения твердого стока. После определения объема стока и отбора одного литра, вода выливалась, бочка ополаскивалась чистой

водой и устанавливалась на место. Проба воды 1 литр фильтровалась, после этого фильтры с землей высушивались в сушильном шкафу и взвешивались. Определялся вес твердого стока в кг на стоковой площадке и рассчитывался вес смытой почвы в кг/га. Вместе с этим рассчитывался объем стока в м³/га после каждого дождя и в целом за период наблюдений. В твердом стоке был определен гумус и подвижный фосфор, азот и калий. На участке стоковой площадки нами установлен осадкомер для определения фактического количества выпавших атмосферных осадков на участке стоковых площадок. Точное знание количества осадков необходимо для расчета коэффициента стока. Имеющиеся данные по осадкам ближайших метеостанций Худжанд и Ура-Тюбе не могут быть использованы, так как там выпадает другое количество осадков.

После каждого дождя в осадкомере измерялось количество миллилитров воды, используемой для расчета количества осадков в миллиметрах, и в м³/га. Расчет в миллиметрах проводился по формуле

$$H_{\text{мм}} = \frac{V \cdot 10}{S}$$

H – Слой в мм

V – Объем воды в мл

S – Площадь приемного стакана.

Расчет в м³/га выполнялся по формуле

$$V_{\text{м}^3} = \frac{H_{\text{мм}} \cdot S}{Q}$$

V – Количество осадков в м³/га

H_{мм} – слой осадков в мм

S – Площадь м²/га

Q – Количество мм в 1 метре.

Водопроницаемость. Водопроницаемость почв определялась на двух точках – на эспарцете и на пшенице. Точки определения водопроницаемости заложены внутри стоковых площадок. Водопроницаемость определялась методом колец. Для этого использовались два металлических кольца. Высота колец – 30 см, диаметр колец – 20 см и 50 см. оба кольца

вбиваются в почву на глубину 15 см, при этом малое кольцо с диаметром 20 см, где производится учет прилитой воды, находится в середине защитного кольца диаметром 50 см. в центре малого кольца в почву забивается колышек диаметром 5мм и высотой 5 см над почвой. Это для контроля постоянного уровня воды в кольце высотой 5 см. После установки колец в оба кольца одновременно наливается вода слоем 5 см. и на хронометре засекается время начала опыта (рис.4).



Рисунок 4. Измерение водопроницаемости внутри стоковых площадок

По мере впитывания воды в почву в мерное кольцо добавляется учетное количество воды, используя мерный стакан. Учет впитавшейся воды проводится через фиксированные интервалы времени (2 мин, 3 мин, 5 мин, 10мин и т.д.) (таблица 2).

В большом защитном кольце по мере впитывания добавляется вода, но ее количество не учитывается. Продолжительность опыта до установившейся скорости

фильтрации в течение 1 часа, но продолжительность опыта не менее 3-4 часа [9].

Фильтрацию рассчитывают по формуле

$$R = \frac{10 * Q_n * L}{t_n * S(h + L)}$$

L – Глубина врезания кольца

S – Площадь кольца

Q_n–Количество прилитой воды в мл

t_n- Время в минутах

h – Слой воды над почвой.

Суммарное количество впитавшейся воды в

мм рассчитывают

по формуле

Q-1, 2...n – Количество прилитой воды в мл.

S – Площадь кольца.

Учет продуктивности. На демонстрационных участках эспарцета, на склоновых землях, был проведен мониторинг по учету урожайности сена. Для этого, на демонстрационном участке закладывались, на характерных местах, по три учетные площадки. Размер площадок 1х1м (рис.5). Растительность внутри площадок скашивалась и высушивалась в тени до воздушно-сухого состояния. Высушенная трава взвешивалась и рассчитывалась урожайность в т/га.



Рисунок 5. Закладка площадок для учета продуктивности эспарцета на демоучастке в Девашичском районе

Результаты исследований.

Организованные нами демонстрационные участки по замене пшеницы на многолетние травы (эспарцет, люцерна) на склонах призваны уменьшить эрозию почв, повысить их плодородие, уменьшить сток и смыв почв. Положительное влияние эспарцета на восстановление почв и повышение их плодородия за короткий период наблюдений трудно уловить. Тем не менее, определенные характеристики улучшения свойств почв, произошедшие под культурой эспарцета

можно определить. Это некоторые параметры водно-физических свойств почв – водопроницаемость, поверхностный сток, а также содержание гумуса и NPK. Результаты стоковых площадок приводятся в Таблице 3.

Определение водопроницаемости показало, что на эспарцете водопроницаемость более чем в 10 раз выше, чем на пшенице в относительных величинах (Таблица 2). Это повлияло на уменьшение поверхностного стока и смыва почвы.

Таблица 2

Водопроницаемость почв на разном землепользовании

точка опыта	Скорость впитывания	Время от начала опыта в мин.																
		2	3	5	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20				
1		На эспарцете																
	Суммарное кол-во впитанной воды, мм	6,2	11,3	19,8	31,1	41,9	52,9	62,3	72,5	91,7	109,8	127,9	146,1	165,3	183,5	201,6	219,7	237,8
	Скорость впитывания в мм/мин	3,1	1,7	1,7	1,13	1,08	1,01	1,01	1,01	1,01	0,96	0,91	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,90
2		На пшенице																
	Суммарное кол-во впитанной воды, мм	5,7	9,1	10,7	13,6	14,7	15,9	17,0	17,8	19,5	21,2	22,9	24,6	26,3	28,0	29,7	31,4	33,1
	Скорость впитывания в мм/мин	2,9	1,1	0,3	0,28	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Таблица 3

Данные по осадкам, стоку и смыву на стоковых площадках

№	Дата определения	Землепользование	Сток и осадки, литры на площадке	Твердый сток, кг на площадке	Сток и осадки в м ³ /га	Твердый сток, кг/га	Осадки, мм	Коэффициент. Стока, %	Количество твердого стока в 1 м ³ воды, кг
1		Эспарцет	103	1,957	4,85	92,1	-	1,25	19,0
2	01.05.2020	Пшеница	107	5,885	5,03	276,9	-	1,30	55,0
3		Осадки	2,730	-	386,4	-	38,64	-	-
4		Эспарцет	74,15	0,252	3,49	11,9	-	1,43	3,4
5	07.05.2020	Пшеница	110,0	8,118	5,18	382	-	2,13	73,7
6		Осадки	1,72	-	243	-	24,3	-	-
7		Эспарцет	19,0	0,042	0,894	1,98	-	0,60	2,2
8	12.05.2020	Пшеница	109,5	4,260	5,153	200,6	-	3,50	38,9
9		Осадки	1,04	-	147,2	-	14,72	-	-
10		Эспарцет	108	0,572	5,13	26,9	-	0,73	5,2
11	15.05.2020	Пшеница	125	9,780	5,88	460	-	0,84	78,2
12		Осадки	4,96	-	702	-	70,2	-	-
13		Эспарцет	28,5	0,0513	1,34	2,40	-	1,60	1,8
14	18.05.2020	Пшеница	109,5	2,410	5,15	192,9	-	6,16	37,4
15		Осадки	0,59	-	83,5	-	8,35	-	-
16	20.05.2020	Эспарцет	109	0,226	5,13	10,6	-	0,96	2,1
17		Пшеница	122	22,106	5,74	1040,3	-	1,07	181,2
18		Осадки	3,78	-	535	-	53,5	-	-
19		Эспарцет	1,5	0,0076	0,071	0,36	-	0,03	5,1
20	09.06.2020	Пшеница	1,9	0,0266	0,089	1,25	-	0,04	14,0
21		Осадки	1,5	-	211,0	-	21,1	-	-
	Сумма	Эспарцет	444,15	3,108	20,90	146,24	-	-	6,99
	Сумма	Пшеница	684,9	52,585	32,22	2554,0	-	-	79,22
	Сумма	Осадки	16,32	-	2308,10	-	230,8	-	-

Анализ смывной почвы (твердый сток) показывает, что с 2016 г. по 2020 г. содержание гумуса в слое 0-30 см на эспарцете увеличилось на 0,1%, по сравнению с участком пшеницы. Содержание подвижных форм азота NH_4 и NO_3 довольно высокое, на участке эспарцета и, в сумме составляет 99,58 мг/кг. На пшенице количество азота значительно ниже – 39,93 мг/

кг. На эспарцете содержание подвижного фосфора высокое – 59,52 мг/кг, и в четыре раза выше, чем на пшенице. По содержанию фосфора – 14,77 мг/кг почвы не обеспечены. Количество обменного калия почти одинаковое, на эспарцете – 39,0 мг/100 гр, а на пшенице 36,0 мг/100 гр (Таблица 4).

Таблица 4

Результаты химических анализов смывной почвы на стоковых площадках

№ участка	Растительность	NH_4 мг/кг	NO_3 мг/кг	P_2O_5 мг/кг	K_2O мг/100гр	Гумус, %
1	Эспарцет	92,31	7,27	59,52	39,0	0,9
2	Пшеница	35,38	4,55	14,77	36,0	0,8

Мониторинг урожайности эспарцета на демонстрационных участках показывает на ежегодное увеличение урожайности сена в течении 2016—2020 годов. Урожайность эспарцета на серии демонстрационных участках в Деваштичском районе, посеянного в разные годы, колеблется в широких пределах от 2,2т/га до 10,3т/га. Большой диапазон урожайности зависит от давности посева и плодородия почвы на конкретных демонстрационных участках.

Обсуждение результатов. В течении 40 дней, за период наблюдений (конец апреля, начало июня), атмосферные осадки выпадали 7 раз. Количество осадков фиксировалось после каждого дождя. Наименьшее количество осадков 21,1мм выпало в начале июня, а наибольшее в середине мая - 70,2 мм. Таблица 3. Интенсивность дождя в каждом случае была разная, на это указывает количество стока. Так по данным за 12 мая выпало 14,72 мм осадков, а сток на пшенице составил 5,153 м³/га, на эспарцете сток составил лишь 0,894 м³/га. В то же время 15 мая вы-

пало 70,2мм осадков, т.е. в 4,8 раза больше, а сток увеличился лишь до 5,88м³/га, то есть на 0,15 раза. Это говорит о низкой интенсивности дождя, при котором основное количество воды впитывалось в почву. При этом в первом случае сток на эспарцете был 0,894 м³/га, а во втором случае составил 5,13 м³/га и приближался к стоку на пшенице. Такая же ситуация наблюдалась 18 мая, когда при осадках 8,35 мм сток на пшенице составил 5,15 м³/га, то есть почти как при осадках 70,2 мм. Это свидетельствует об осадках большой интенсивности, вызвавшей при минимуме осадков значительный сток. Здесь же наблюдается наиболее высокий коэффициент стока 6,16%. Полученные данные по осадкам и стоку указывают на отсутствие зависимости между количеством осадков и стоком на пшенице (рис.6), где Кф. корреляции равен 0,13. Это говорит об отсутствии корреляции, обусловленной разной интенсивностью осадков, а на эспарцете, наблюдается функциональная зависимость стока от атмосферных осадков, Кф. корреляции 0,69.

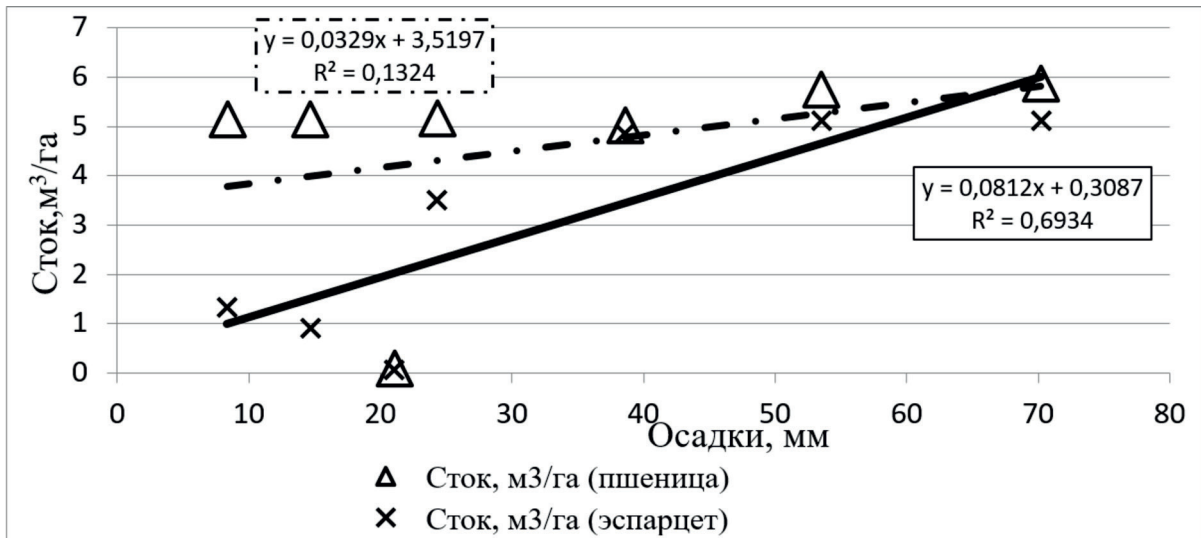


Рисунок 6. Зависимость стока от атмосферных осадков на опытных площадках

Между тем по твердому стоку имеет место обратная картина. Зависимость твердого стока от атмосферных осадков на эспарцете отсутствует. Коэффициент корреляции 0,12 приближается к нулю.

А на пшенице наблюдается слабая зависимость твердого стока от количества атмосферных осадков Кф корреляции 0,4 (рис. 7).

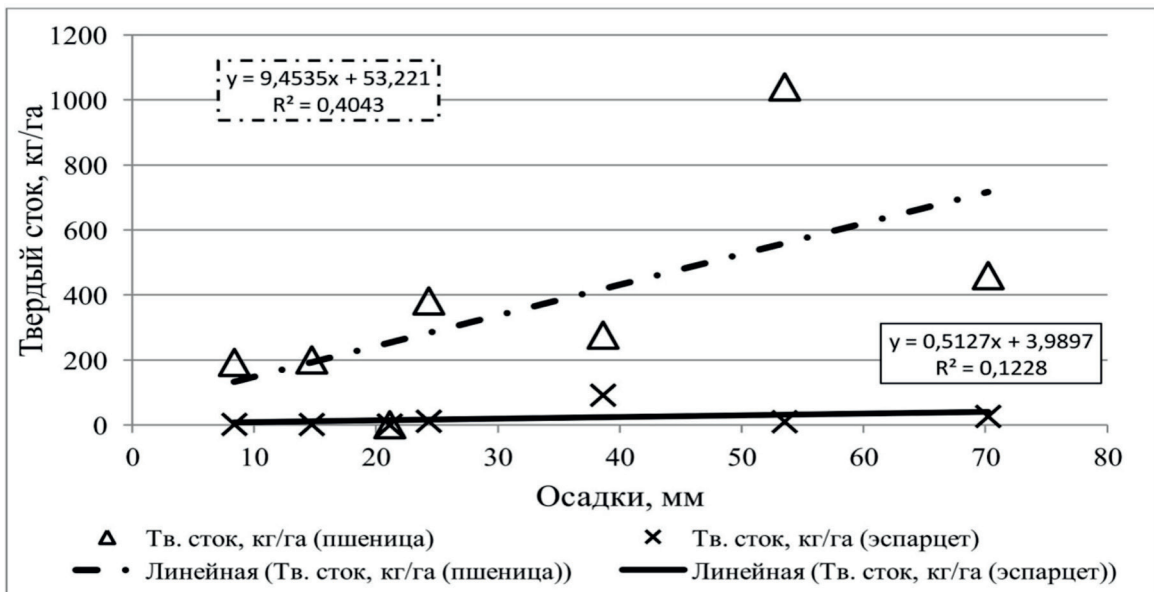


Рисунок 7. Зависимость твердого стока от атмосферных осадков на опытных площадках

Функция твердого стока от стока на площадках эспарцета и пшеницы отсут-

ствует. Коэффициент корреляции 0,33 на обеих стоковых площадках (рис. 8).

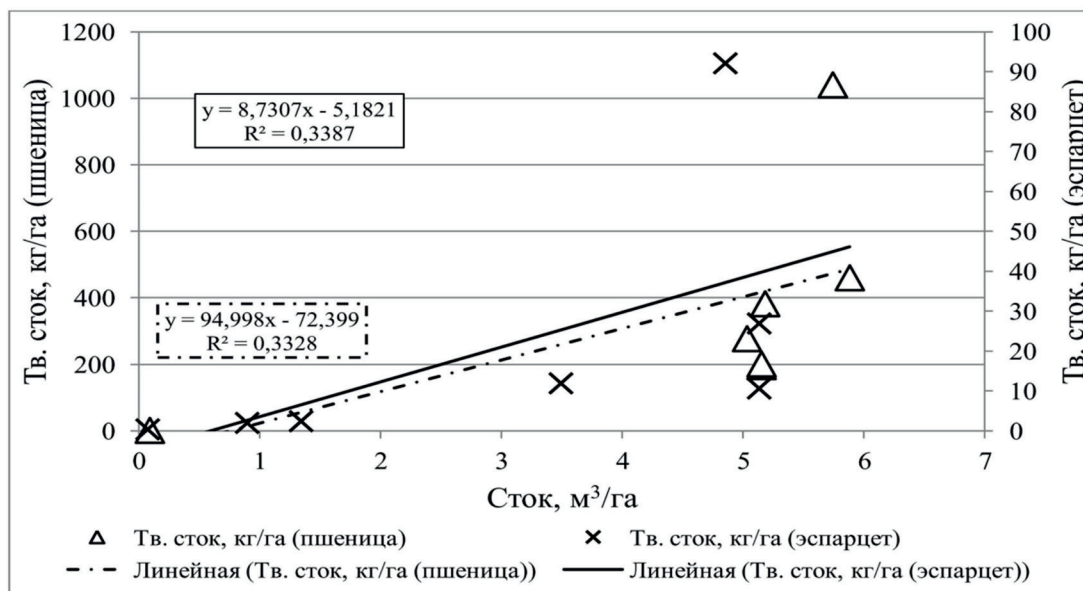


Рисунок 8. Зависимость величины твердого стока от стока на опытных площадках

Отсутствие достоверных связей между атмосферными осадками, стоком и твердым стоком свидетельствует о неравномерном выпадении осадков по количеству, интенсивности и продолжительности времени выпадения осадков, а также продолжительности интенсивного выпадения осадков. В целом, за период наблюдений, сток на эспарцете составил 20,9 м³/га, а на пшенице 32,2 м³/га, что в 1,54 раза больше, чем на эспарцете. Еще большая разница наблюдается с твердым стоком. Твердый сток на эспарцете составил 146,2 кг/га, а на пшенице 2554 кг/га, что на 17,5 раз больше, чем на эспарцете при одном и том же количестве осадков. Следовательно, и эрозия почв на пшенице на 17,5 раз превышает эрозию на эспарцете. Один кубический метр стока с эспарцета содержит 6,99 кг земли, а 1 м³ стока с пшеницы содержит 79,22 кг. Большой смыв почвы на пшенице обусловлен распашкой, отсутствием агрегированности механических частиц, увеличением скорости потока воды за счет пахоты вдоль склона. В период весенних дождей проективное покрытие эспарцета достигает до 55% в то время, как у пшеницы 5-10% [4]. Исследования, проводившиеся Институтом почвоведения [6,7] на стоковых

площадках, в общих чертах согласуются с данными, полученными нами. Водопроницаемость почв играет важную роль в формировании стока. Когда интенсивность дождя превышает скорость фильтрации почв, то разница между количеством выпавших осадков и впитавшейся воды в почву стекает по склону. В зависимости от крутизны склона скорость стекающей воды разная. С увеличением крутизны увеличивается скорость потока и соответственно его размывающая способность, увеличивающая смыв почв. Но кроме крутизны склона на твердый сток влияет и состояние поверхности. На стоковой площадке эспарцета установившаяся скорость фильтрации составляет 0,9мм/мин. В первые 10 минут средняя скорость фильтрации высокая и достигает 2,0мм/мин, но уже через 10 минут фильтрация уменьшается до 1,1мм/мин. За четыре часа впиталось 237,8мм воды, На пшенице фильтрация в 11 раз ниже, чем на эспарцете и составляет 0,08мм/мин. Средняя скорость впитывания уменьшается до 0,28мм/мин. За четыре часа суммарное количество впитавшейся воды низкое – 33,1мм. Это в семь раз меньше, чем на эспарцете.

Опытные исследования проводились на демонстрационном участке с посевом эспарцета на поле, где до этого столетиями выращивалась пшеница, прошло 5 лет. За это время водопроницаемость почв на эспарцете хоть и увеличилась по сравнению с пшеницей, но в целом водопроницаемость ниже, чем на естественном пастбище. Очевидно, что это слишком короткий срок, чтобы водопроницаемость почв под эспарцетом достигла величин водопроницаемости пастбищ.

Согласно исследованиям института “Таджикгипрозем” 1967г. водопроницаемость богарных почв, используемых под зерновые культуры, в Ганчинском (сейчас Деваштичском) районе находилась в пределах 0,3мм/мин-0,09мм/мин на средне и сильносмытых почвах. На участках, занятых эспарцетом водопроницаемость почв, изменялась от 1,0 мм/мин до 1,1мм/мин. Содержание в твердом стоке гумуса низкое и соответствует сильносмытым почвам. Но количество питательных веществ высокое, за исключением фосфора, что очевидно связано с внесением минеральных удобрений. Некоторое увеличение гумуса на 0,1% за пять лет на эспарцете связано с уменьшением эрозии почвы, а также с большим количеством корневых остатков, ежегодно отмирающих и подвергающихся гумификации. Коэффициент гумификации многолетних бобовых трав равен 0,3. За один месяц с твердым стоком было смыто с участка эспарцета: Гумуса – 1,31кг/га, подвижного Азота – 14,6 гр/га, подвижного Фосфора – 8,7 гр/га, обменного Калия – 57 гр/га. На пшенице было смыто: Гумуса – 20 кг/га, Азота – 102 гр/га, Фосфора – 37,7 гр/га, Калия – 919,4 гр/га. Наибольший смыв питательных веществ наблюдается на участке пшеницы, где происходит максимальный смыв почв. Богарная пашня с возделыванием эспарцета, под покровной культурой, показывает более высокий урожай сухого сена от 0,3т/га в год посева до 2,2-

10,3т/га через пять лет. Большая разница урожая на разных демоучастках обусловлена разным сроком посева, плодородием почв, экспозицией склонов и разной степенью эродированности почв.

Выводы

- Проведенные исследования на стоковых площадках показывают эффективность альтернативного земледелия, предусматривающего замену возделывания зерновых культур на богарных склоновых землях выращиванием многолетних трав-эспарцета и люцерны.
- Уменьшение стока и смыва при внедрении многолетних трав на склонах улучшит экологическое состояние бассейна р. Аксу, уменьшит риски стихийных бедствий, вызванных селями. За период наблюдений на стоковых площадках общий сток на эспарцете составил 20,9 м³/га, а на пшенице 32,2 м³/га. Твердый сток соответственно 146,2кг/га и 2554 кг/га. Водопроницаемость на эспарцете в 11 раз выше, чем на пшенице.
- Возделывание многолетних трав (эспарцета, люцерны) в несколько раз повышает доходность гектара пашни по сравнению с пшеницей.
- Урожай эспарцета в Деваштичском районе зависит от продолжительности возделывания и состояния почв на разных демонстрационных участках и изменяется от 2,2т/га до 10,3т/га.
- Полученные оригинальные данные опытных работ необходимо распространить на пахотные склоновые земли всего бассейна р. Аксу в соответствии с природно - климатическими зонами.
- Выращивание многолетних бобовых трав позволяет увеличить плодородие почв за счет фиксации атмосферного азота, уменьшает эрозию почв, в несколько раз повышает доход по сравнению с пшеницей, уменьшает трудозатраты на единицу продукции,

повышает кормопроизводство, а это уменьшает нагрузку скота на пастбище, способствуя восстановлению пастбищ и улучшению состояния экосистемы в целом.

Рекомендации

- Необходимо во всех природно-климатических зонах бассейна р. Аксу целенаправленно сокращать площади, занятые зерновыми культурами на склонах вплоть до их полного замещения многолетними травами.
- Расширить площади многолетних трав на пахотных склонах до 12° крутизной, основываясь на имеющемся опыте.
- Низко продуктивные, деградированные пастбища на склонах до 12° целесообразно освоить под богарную пашню с посевом многолетних трав. Это позволит увеличить кормопроизводство и уменьшит нагрузку скота на пастбища. Уменьшение нагрузки скота на пастбища является одним из наиболее действенным методом их реабилитации, а следовательно, и улучшения в целом состояние экосистемы.
- Неукоснительно соблюдать существующие рекомендации по агротехнике возделывания зерновых и многолетних трав на склонах, выполняя в первую очередь, пахоту поперек склона.
- Для получения более широкой информации по стоку и смыву почв на склонах, необходимо расширить географию внедрения демонстрационных участков в разных природно-климатических зонах бассейна р. Ак-Суу с возделыванием многолетних трав взамен зерновых.

Литература:

1. Аринушкина Е. Б. Руководство по химическому анализу почв. Изд. Московского Университета, 1962, 491с;
2. Справочник по климату СССР, выпуск 31, часть 2, Гидрометиздат, Л., 1969, 227с;
3. Справочник по климату СССР, выпуск 31, часть 4, Гидрометиздат, Л., 1969, 212с;
4. Кирасиров З. Изучение почвозащитной роли различных сельскохозяйственных культур на склонах. Тезисы докладов республиканской научной конференции «Комплексные агротехнические и мелиоративные мероприятия для повышения плодородия почв Таджикистана», Душанбе, 1982, с.63-65;
5. Кирасиров З. Почвозащитная способность и урожай различных культур при возделывании их на склонах. Тезисы докладов всесоюзной научной конференции «Почвенно-эрозионные процессы и меры борьбы с эрозией почв». Дониш, Душанбе, 1991, с. 184-185;
6. Кабилов Р. С., Якутилов М.Р. Сток и смыв почв в зоне темных сероземов Таджикистана. Тр. Тадж. Нии почвоведения, Т.12, вып.1, с.240-249;
7. Кабилов Р. С. Разработка интегрированных приемов управления плодородием почв в условиях многоукладного землепользования. Отчет, Фонды НИИ почвоведения, респ.Таджикистан, 2010, 59с.;
8. Кутеминский В. Я., Леонтьева Р.С. Почвы Таджикистана. Вып.1, Ирфон, Душанбе, 1966, 223с.;
9. Астанов С. В., Долгов С. И. Методы изучения водно-физических свойств почв и грунтов. В кн. Почвенная съемка, Изд. АНСССР, М., 1959, с.299-334;
10. Сосин П. М. Отчет «Результаты исследования ситуации по использованию природных ресурсов в бассейнах рек Аксу и Ходжибакирган». Душанбе, 2015, 62 с.

ТАЪСИРИ ЗАМИНИСТИФОДАБАРӢ БА РУШДИ РАВАНДӢОИ ЭРОЗИЯ ДАР НИШЕБЗАМИНӢО

*Сосин П.М., Мирбозхонова Н., Гуломҷонов И.,
Муратов Ф., Ҳомидов М.*

Аннотатсия: Дар мақола таъсири зироатҳои гуногун ба таназзули хок, ки дар натиҷаи эрозияи зиёд ба вучуд омадааст, баррасӣ мешавад. Шудгори нишебзаминҳо барои кишти зироатҳои галладонагии лалмӣ, боиси зиёд шудани эрозияи хок ва вайрон шудани мувозинати табиӣ байни пайдошавиши хок ва шусташавиши он, мегардад. Дар айни замон майдони асосии заминҳои қорам дар нишебихо ба таври мӯътадил ва сахт эрозия шудааст. Барои муайян кардани таъсири алафҳои бисёрсола ба кам кардани эрозияи китъаҳои намоишии кишти қатраборон ва барои муқоисаи китъаи кишти гандум ташиқил карда шуданд. Дар ҳарду мавзӯ, дар китъаҳои поёнобсанҷӣ, шусташавиши хок, ҳолати обгузарониши хок, NPK ва боришот муайян карда шуданд. Маълумоти муқоисавӣ нишон медиҳад, ки дар китъаи қатраборон назар ба гандум поёноб ва шусташавиши хок хеле кам буда, дар китъаи қатраборон обгузарониши хок назар ба гандум ба андозае зиёд аст. Дар китъаи қатраборон микдори NPK назар ба китъаи гандум зиёд аст. Натиҷаҳои тадқиқот нишон медиҳанд, ки барои беҳтар намудани вазъияти экологии манзараҳои атроф, баланд бардоштани ҳосилхезии замин, барои аз таназзул нигоҳ доштани қабати хок, инчунин барои хеле баланд бардоштани даромаднокии замин, кишти зироатҳои галладонаро бо алафҳои бисёрсола нурра иваз кардан лозим аст.

Калидвожаҳо: китъаи поёнобсанҷӣ, поёноб, шусташавиши хок, ченаки боришот, гузариши об, эрозияи хок, заминистифодабарӣ.

THE INFLUENCE OF LAND USE ON THE DEVELOPMENT OF EROSION PROCESSES ON SLOPE LANDS

Sosin P.M., Mirbozkhonova N., Gulomjonov I., Muratov F., Khomidov M.

Abstract: The article discusses the influence of various crops on soil degradation caused by increased erosion. Plowing slope lands for rainfed farming and growing grain crops leads to increased soil erosion and disruption of the natural balance between soil formation and runoff. Currently, the predominant area of arable soils on the slope lands is moderately and severely eroded. To determine the effect of perennial grasses on reducing erosion, demonstration plots were organized with sainfoin sowing and, for comparison, a plot with wheat sowing. At both runoff plots, runoff, soil permeability, NPK and precipitation were determined. Comparative data show that in the sainfoin area, runoff and soil loss are significantly less than in wheat, and water permeability in sainfoin is much higher than in wheat. On the sainfoin plot, the NPK content is higher than on wheat. The results of the study show that to improve the ecological condition of the surrounding landscapes, increase soil fertility to preserve the soil cover from degradation, as well as to significantly increase the profitability of land, it is necessary to completely replace the cultivation of grain crops with perennial grasses.

Keywords: runoff site, runoff, soil loss, precipitation gauge, soil permeability, soil erosion, land use.

Маълумот дар бораи муаллиф: Сосин Петр Михайлович- ходими калони илмии лабораторияи иқлимшиносӣ, яхшиносӣ ва моделкунони захираҳои оби Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон Телефон: +992 919001725, E-mail: psosin46@mail.ru.

Сведения об авторах: Сосин Петр Михайлович- старший научный сотрудник лаборатории климатологии, гляциологии и моделирования водных ресурсов Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Телефон: +992 919001725, E-mail: psosin46@mail.ru.

Information about the author: Phone: Sosin Piotr Mikhailovich- Senior Researcher at the Laboratory of Climatology, Glaciology and Modeling of Water Resources at the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of National Academy of Science Tajikistan, Phone: +992 919001725, E-mail: psosin46@mail.ru.

ҚОИДАҲО БАРОИ МУАЛЛИФОНИ

Маҷаллаи илмӣ «Захираҳои об, энергетика ва экология»-и

Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи

Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Мақолаҳои илмӣ, ки барои нашр ба маҷалла пешниҳод мегарданд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд: а) мақолаи илмӣ бояд бо назардошти талаботи муқаррарнамудаи маҷалла омода гардида бошад; б) мақола бояд натиҷаи тадқиқоти илмӣ бошад; в) мавзӯи мақола бояд ба яке аз самтҳои илмӣ маҷалла мувофиқат намояд.

Мақолаҳое, ки дар матни онҳо маводи дигар муаллифон бе овардани иқтибос истифода шудаанд, ба баррасии марҳилаҳои навбатӣ пешниҳод намегарданд ва ин гуна мақолаҳо дар маҷалла ба ҷоп роҳ дода намешаванд.

Талабот нисбат ба таҳияи мақолаҳои илмӣ:

Матни мақола бояд дар формати Microsoft Word омода гардида, бо ҳуруфи Times New Roman барои матнҳои русӣ англисӣ ва бо ҳуруфи Times New Roman Tj барои матни тоҷикӣ таҳия гардида, дар матн ҳаҷми ҳарфҳо 14, ҳошияҳо 2,5 см ва фосилаи байни сатрҳо бояд 1,5 мм бошад.

Формулаҳо, аломатҳо ва нишонаҳои ҳарфҳои бузургӣ бояд дар муҳаррири формулаи Microsoft Equation ва ё Math Type (ҳуруфи 12) ҳуруфчинӣ карда шаванд. Танҳо он формулаҳо, ки ба он истинод оварда шудаанд, рақамгузорӣ карда мешаванд.

Нақшаҳо, схемаҳо, диаграммаҳо ва расмҳо бояд рақамгузорӣ карда шаванд ва инчунин, онҳо бояд номи шарҳдиҳанда дошта бошанд.

Ҳаҷми мақола бо формати А4 бо назардошти рӯйхати адабиёти истифодашуда ва аннотатсияҳо аз 10 то 15 саҳифа бояд дар бар гирад.

Сохтори мақола бояд бо тартиби зерин таҳия гардад:

1. Индекси УДК барои мақола;
2. Номи мақола;
3. Насаб ва дар шакли ихтисор ном ва номи падар (намуна: Курбонов Н.Б.);
4. Номи муассисае, ки дар он муаллиф (он) қору фаъолият менамояд (янд), нишони муассиса, шаҳр, кишвар.
5. Матни асосии мақола;
6. Рӯйхати адабиёти истифодашуда (на камтар аз 10 номгӯй ва на бештар аз 20 номгӯйи адабиёти илмӣ).
7. Номи мақола, аннотатсия ва калидвожаҳо (агар мақола бо забони тоҷикӣ бошад, аннотатсия ва калидвожаҳо бо забонҳои русӣ ва англисӣ; агар мақола бо забони русӣ бошад, аннотатсия ва калидвожаҳо бо забонҳои тоҷикӣ ва англисӣ; агар мақола бо забони англисӣ бошад, аннотатсия ва калидвожаҳо бо забонҳои тоҷикӣ ва русӣ таҳия гарданд).
8. Аннотатсия дар ҳаҷми на камтар аз 5-7 сатр ва калидвожаҳо аз 5 то 10 номгӯ бояд таҳия карда шаванд;
9. Дар охири мақола бо ду забон (русӣ ва англисӣ) маълумот дар бораи муаллиф (он) бо тартиби зерин нишон дода шаванд: насаб, ном ва номи падар (пурра), дараҷаи илмӣ ва унвони илмӣ (агар бошанд), номи муассисае, ки дар он муаллиф қору фаъолият менамояд, вазифаи ишғолнамуда, телефон, e-mail.

Ҳангоми иқтибосоварӣ адабиёти истифодашуда ва саҳифаи мушаххаси он бояд дар қавси ҷаҳоркунча [] нишон дода шаванд. Намуна: [7, с.107], яъне адабиёти №7 ва саҳифаи 107.

Эътимоднокии маводҳо ба зиммаи муаллиф (муаллифон) гузошта мешаванд.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
Научного журнала «Водные ресурсы, энергетика и экология»
Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии
Национальной академии наук Таджикистана

Научные статьи, представленные для публикации в журнале, должны соответствовать следующим требованиям: а) научная статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, установленными журналом; б) статья должна быть результатом научных исследований; в) тема статьи должна соответствовать одному из научных направлений журнала.

Статьи, в тексте которых использованы материалы других авторов без цитирования, не будут переданы на дальнейшее рассмотрение и такие статьи не будут допущены к публикации в журнале.

Требования к оформлению научных статей:

Текст статьи должен быть подготовлен в формате Microsoft Word, шрифтом Times New Roman для русского и английского текста и Times New Roman Tj для таджикского текста, кегль 14, поля 2,5 см со всех сторон, интервал 1,5 мм.

Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation или Math Type (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

Таблицы, схемы, диаграммы и рисунки нужно сгруппировать и пронумеровать, а также, они должны иметь название.

Объем статьи (включая аннотацию и список литературы) должен быть в пределах от 10 до 15 страниц в формате А4.

Статья должна иметь следующую структуру:

1. Индекс УДК на статью;
2. Название статьи;
3. Фамилия и инициалы автора (пример: Курбонов Н.Б.);
4. Название организации, в которой работает автор (ы) статьи, почтовый адрес организации, город, страна;
5. Основной текст статьи;
6. Список использованной литературы (не менее 10 и не более 25 наименований научной литературы);
7. Название статьи, аннотация и ключевые слова на трех языках: таджикском, русском и английском;
8. Аннотация оформляется в объеме не менее 5-7 строк, ключевые слова от 5 до 10 слов или словосочетаний;
9. В конце статьи на трех языках (таджикском, русском и английском) сведения об авторе (ах) в следующем порядке: ФИО автора (ов) полностью, ученая степень и ученое звание (если имеются), название организации, в которой работает автор (ы), должность, телефон, e-mail.

При цитировании конкретного материала ссылки указываются в квадратных скобках [].
Образец: [7, с.107], т.е., литература 7 и страница 107.

За достоверность материалов ответственность несет автор (ы).

RULES FOR THE AUTHORS
of the Scientific Journal “Water resources, energetics and ecology”
of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology
of the National Academy of Sciences of Tajikistan

Scientific articles submitted for publication in the journal must meet the following requirements: a) the scientific article must be prepared in accordance with the requirements established by the journal; b) the article must be the result of scientific research; c) the topic of the article must correspond to one of the scientific directions of the journal.

Articles in the text of which materials of other authors are used without citation will not be submitted for further consideration and such articles will not be allowed for publication in the journal.

Requirements for the design of the scientific articles:

The text of the article should be prepared in Microsoft Word format, in Times New Roman font for Russian and English text and Times New Roman Tj for Tajik text, size – 14, fields – 2.5 cm from all directions, interval – 1.5.

Formulas, symbols and letter designations of quantities must be typed in the formula editor Microsoft Equation or Math Type (font 12). Only those formulas to which there are references are numbered.

Tables, diagrams, diagrams and figures must be grouped and numbered, and also, they must have a name.

The volume of the article (including annotation and bibliography) should be in the range of 10 to 15 pages of A4 format.

The article should have the following structure:

1. UDC index per article;
2. Title of the article;
3. Surname and initials of the author (example: Kurbonov N.B.);
4. The name of the organization in which the author (s) of the article works, the postal address of the organization, city, country;
5. The main text of the article;
6. List of used literature (no less than 10 and no more than 25 titles of scientific literature).
7. Title of the article, abstract and keywords (if the article is in Tajik, the abstract and keywords are drawn up in Russian and English; if the article is in Russian, the abstract and keywords are made out in Tajik and English; if the article is in English, abstract and keywords are drawn up in Tajik and Russian).
8. Annotation is drawn up in the amount of at least 5-7 lines, keywords from 5 to 10 words or phrases;
9. At the end of the article, in two languages (Russian and English), information about the author (s) in the following order: full name of the author (s), academic degree and academic title (if any), name of the organization in which the author (s) works, position, phone, e-mail.

When citing specific material, links are indicated in square brackets []. Sample: [7, p.107], that is, the literature No.7 and page 107.

The author (s) is responsible for the accuracy of the information.