

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ХИЗМАТИ АГЕНТЛИГИ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ВА АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

ИЛМИЙ ЖУРНАЛ

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ  
И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**HYDROMETEOROLOGY  
AND ENVIRONMENTAL MONITORING**

SCIENTIFIC JOURNAL

№1

**2024**

ISSN 2181-1261

## МУНДАРИЖА

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

**Э.Ю. Рахимов, Б.Ю. Омонов, Б.М. Холматжанов, Ф.И. Абдикулов, С.У. Бегматов, И.М. Махмудов**  
Ўзбекистонда NASA POWER ва ERA5 базалари ҳаво ҳарорати маълумотларидан фойдаланиш имкониятлари ..... 8

**Н.И. Рахматова, Л.Ю. Шардакова, Б.Э. Нишонов, В.С. Рахматова, Р.В. Таряникова, Б.М. Холматжанов, Д.А. Беликов**  
Ўзбекистон ҳудудида ҳозирги вақтда ва келажакда қурғоқчиликнинг частотаси ва жадаллигини кузатув маълумотлари ва CMIP5 сценарийларидан фойдаланиб SPEI индекси асосида таҳлили ..... 20

**М.Р. Қориев**  
Глобал иқлим ўзгариши шароитида Наманган вилоятининг ҳаво ҳароратидаги ўзгаришлар ..... 31

## ГИДРОЛОГИЯ

**Б.Ф. Ҳикматов, Б.Р. Рапиқов**  
Иқлим шароитининг сув омборларидан қуйи бўёқларга ташланадиган сув сарфларининг максимал миқдорларига таъсири ..... 44

**Д.Ў. Ярашев, Б.Э. Нишонов, М.М. Абдурахманов**  
Оҳангарон ҳавзаси дарёлари оқимининг иқлимий омиллар таъсирида ўзгаришлари ..... 51

**Б.Ф. Ҳикматов, Б.Р. Рапиқов**  
Сув омборларининг шикастланган тўғонлари танасидаги ўйиклардан оқиб чиқадиغان максимал сув сарфларини ҳисоблаш ..... 65

## АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

**М.А. Шарапова, Б.Э. Нишонов, И.А. Каримов**  
Тошкент шаҳри атмосфера ҳавоси сифатининг замонавий ўзгаришлари ..... 77

## ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР

Бахтиёр Шарафиддинович Кадиров – 70 ёшда! ..... 85

Галина Дмитриевна Староватова хотирасига (таваллудининг 75 йиллиги) бағишланади ..... 87

УДК: 556.552

## СУВ ОМБОРЛАРИНИНГ ШИКАСТЛАНГАН ТЎҒОНЛАРИ ТАНАСИДАГИ ЎЙИҚЛАРДАН ОҚИБ ЧИҚАДИГАН МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

**Б.Ф. ҲИКМАТОВ<sup>1</sup>, Б.Р. РАПИҚОВ<sup>2\*</sup>**<sup>1</sup> ФВВ Академияси хузуридаги Фуқаро муҳофазаси институти<sup>2</sup> Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, barkamol\_rapiqov@mail.ru

***Аннотация.** Мақола турли мақсадларда қурилган сув омборлари тўғонларининг табиий ва техноген омиллар таъсирида шикастланиши жараёнини ўрганиши ва ушбу фавқулодда ҳодисаларни белгилловчи асосий омилларни аниқлаш масалаларига бағишланган. Шунингдек, шунда профессор Ю.М.Денисовнинг назарий ёндашувларига таянган ҳолда, шикастланиш натижасида сув омборлари тўғонлари танасида ҳосил бўлган ўйиқлардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг амалий ифодалари тавсия этилган.*

***Калит сўзлар:** сув омбори, тўғон, табиий омил, техноген омил, шикастланиш, ўйиқ, максимал сув сарфи, амалий ифодалар, ҳисоблаш.*

**Кириш.** Дунё амалиётида қадимдан, дарёлар сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш мақсадида, сув омборлари қурилган. Ўтган XX асрнинг иккинчи ярмида жаҳон мамлакатларида сув омборларини барпо этиш ишларига алоҳида эътибор қаратилди. Ҳозирги кунда бу борадаги ишлар янада жадал суръатларда олиб борилмоқда. Ана шу сув омборларини бешикаст ва самарали эксплуатация қилиш махсус илмий-тадқиқот ишлари кўламини ҳам кенгайтиришни талаб қилади. Шу туфайли сув омборлари гидрологик режими, уларнинг хавфсизлигини таъминлаш масалаларини ўрганишга А.Б.Авакян [Авакян, 1979, 1987], Б.Б.Богословский [Богословский, 1960], С.Л.Вендров ва К.Н.Дьяконов [Вендров, Дьяконов, 1976], Ю.М.Матарзин [Матарзин, 2003], К.К.Эдельштейн [Эдельштейн, 2014] каби таниқли олимлар ўз эътиборларини қаратганлар.

Қишлоқ хўжалиги суғорма деҳқончиликка асосланган арид минтақаларда, хусусан, Ўзбекистон шароитида, сув омборларининг ўрни бекиёсдир. Ҳозирги кунда Ўзбекистонда, селхоналар билан кўшиб ҳисоблаганда, 60 дан ортиқ сув омборлари мавжуд. Уларнинг гидрологик режими Е.М.Видинеева [Видинеева, 1975], З.С.Сирлибоева [Сирлибоева, 1984], А.М.Никитин [Никитин, 1991], Д.П.Айтбаев ва Ф.Ҳ.Ҳикматов [Айтбаев, Хикматов, 2013] ва бошқалар томонидан ўрганилган. Мазкур ҳамда юқорида эслатиб ўтилган тадқиқотларда асосий эътибор сув омборларининг гидрологик режимини ўрганишга ва улардан иқтисодиётнинг турли тармоқларида турли мақсадларда самарали фойдаланиш масалаларига қаратилган. Бироқ, юқорида тилга олинган тадқиқотларда сув омборлари тўғонларининг турли омиллар таъсирида шикастланиши натижасида рўй берадиган фавқулодда вазиятлар ва уларнинг оқибатлари тадқиқотчиларнинг эътиборидан четда қолган.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Мазкур мақоланинг асосий мақсади сув омборлари тўғонларининг табиий ва техноген омиллар таъсирида шикастланиши ва бунинг натижасида уларнинг танасида ҳосил бўлган ўйиқлардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг амалий ифодаларини ишлаб чиқишдан иборат.

Ушбу мақсадни амалга ошириш учун тадқиқотда қуйидаги **вазифалар** белгиланди:  
1) сўнгги йилларда дунё мамлакатларида сув омборлари тўғонларининг шикастланиши

\* Масъул муаллиф: barkamol\_rapiqov@mail.ru, тел.: +998 91 164-05-04



натижасида рўй берган офатлар ҳақидаги маълумотларни тўплаш ва уларни таҳлил қилиш; 2) таниқли олим Ю.М.Денисовнинг назарий ёндашувларига таянган ҳолда, шикастланиш натижасида сув омборлари тўғонлари танасида ҳосил бўлган ўйиқлар ўлчамларини баҳолаш; 3) тўғонлар танасидаги ўйиқлардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг амалий ифодаларини ишлаб чиқиш.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Охириги йилларда дунёнинг турли мамлакатларида сув омборлари тўғонларининг табиий ёки техноген келиб чиқишли омиллар таъсирида шикастланиши тез-тез кузатишмоқда. Ушбу салбий ҳолатга таъсир этувчи омилларни, тўпланган маълумотлар таҳлиллари натижаларига таянган ҳолда, қуйидаги учта гуруҳга ажратиш мумкин.

1. Тўғонларнинг табиий (гидрологик, геологик) омиллар таъсирида шикастланиши.

2. Тўғонларнинг техноген (инсон фаолияти таъсири билан боғлиқ) омиллар таъсирида шикастланиши.

3. Тўғонларнинг ҳарбий-сиёсий таҳдидлар таъсирида шикастланиши.

Сув омборлари тўғонлари шикастланишига олиб келадиган, юқорида санаб ўтилган омилларнинг таъсирини ўрганиш ва баҳолаш алоҳида ва махсус тадқиқотларни амалга оширишни талаб этади. Шу ҳолатни ҳисобга олиб, муаммонинг нақадар муҳимлигини кўрсатиш мақсадида, қуйида дунёнинг турли мамлакатларидаги сув омборлари тўғонларининг шикастланиши натижасида рўй берган офатлар, улар келтирган талофатлар ва зарарлар ҳақида қисқача тўхталиб ўтиш лозим деб ҳисоблаймиз (1-жадвал).

*1-жадвал*

**Тўғонлари шикастланиши натижасида техноген офатлар кузатилган сув омборлари ҳақида маълумот [Хикматов, Рапиқов, Зияев, 2023]**

*Таблица 1*

**Сведения о водохранилищах, где наблюдаются техногенные катастрофы в результате повреждения их плотин [Хикматов, Рапиқов, Зияев, 2023]**

*Table 1*

**Information about reservoirs where man-made disasters have been observed as a result of damage to their dams [Khikmatov, Rapikov, Ziyayev, 2023]**

Т.р.	Сув омбори	Мамлакат	Дарё, сув манбаи	Фойдаланишга топширилган йили	Сув сифими, км <sup>3</sup>	Офат кузатилган йил	Техноген офат келтирган талофат ва зарар
1	Вайнот	Италия	Вайнот	1961	0,169	1963	2000 дан ортик одам ҳалок бўлган, кўплаб одамлар бошпанасиз қолган
2	Тирлян	Россия (Бошқирдистон)	Тирлян	1966	4,9	1994	29 нафар одам ҳалок бўлган, 786 нафар одам бошпанасиз қолган
3	Саяно-Шушенское	Россия	Енисей	1963	31,3	2009	75 нафар одам ҳалок бўлган, мамлакат 50 млрд. рубл иктисодий зарар кўрган
4	Кизил-Агаш	Қозоғистон	Кизил-Агаш	2004	0,042	2010	35 киши ҳалок бўлган, уй-жойлар, кўприклар шикастланган
5	Оровилл	АҚШ	Фетер	1969	4,3	2017	200 минг одам бошпанасиз қолган, юз минглаб одамлар эвакуация қилинган
6	Итуанго	Колумбия	Каука	2010	9,2	2018	120 минг одам бошпанасиз қолган, ҳалок бўлганлар ҳақида маълумот йўқ
7	Сардоба	Ўзбекистон	Сирдарё	2017	0,930	2020	Расмий маълумотларга кўра, 6 киши ҳалок бўлган, бир киши бедарак йўқолган
8	Каховка	Украина	Днепр	1956	18,1	2023	32 та аҳоли яшаш манзилидаги 3600 дан ортик уй-жой сув остида қолган

Юқорида кўриб чиқилган сув омборлари орасида сув сифимининг кичиклиги бўйича Қозоғистондаги Қизил-Агаш ( $V=42$  млн.  $m^3$ ), Италиядаги Вайнот ( $V=169$  млн.  $m^3$ ) сув омборлари алоҳида ажралиб туради. Вайнот сув омборининг қурилиши 1961 йилда якунига етказилиб, шу йилнинг ўзида фойдаланишга топширилган. Орадан икки йил ўтмасдан, аниқроғи 1963 йилнинг 9 октябрида унинг тўғонида ўпирилиш кузатилган. Натижада, ушбу фалокат юз берганидан сўнг, 15 дақиқа ичида тўғондан қуйида, Вайнот дарёси соҳилларида жойлашган, бир нечта аҳоли пунктлари сув остида қолади. Сув омбори тўғонининг ўпирилиши оқибатида келиб чиққан сув тошқини келтирган офат туфайли 2000 дан ортиқ одам ҳалок бўлган (1-расм).



1-расм. Вайнот сув омбори тўғонида офатнинг бошланиши (чапда) ва якуни (ўнгда), 1963 йил (Италия)

**Рис. 1. Начало (слева) катастрофы на теле плотины водохранилища Вайнот и её конечный результат (справа), 1963 год (Италия)**

**Fig. 1. The beginning (left) of the disaster on the body of the Vainot reservoir dam and its final result (right), 1963 (Italy)**

Юқоридаги каби воқеа 1994 йил 7 августда Бошқирдистоннинг (Россия) Белорецкий туманида такрорланган. Шу қуни бу ердаги Тирлян сув омбори тўғонининг бир қисмида ўпирилиш рўй беради ва сув тошқини юзага келади. Офат натижасида, тўртта аҳоли пунктини сув босади, шу ерлардаги 85 та турар-жой бинолари бутунлай вайрон бўлади. Энг ёмони, сув тошқини оқибатида 29 киши ҳалок бўлган, 786 киши бошпанасиз қолган.

Саяно-Шушенское ГЭСида 2009 йилнинг 17 август қуни техноген ҳалокат содир бўлади. Ушбу техноген офат оқибатида 75 киши ҳалок бўлган, гидроэлектростанция бинолари ва улардаги жихозлар, асбоб-ускуналарга жиддий зарар етказилган. Ҳалокат оқибатида Саяно-Шушенское ГЭСда электр энергияси ишлаб чиқариш тўхтаб қолган. Авария оқибатлари ГЭСга туташган ҳудудларнинг экологик вазиятига, минтақанинг ижтимоий ва иқтисодий соҳаларига ўта жиддий салбий таъсир кўрсатган.

Қозоғистон Республикасининг Олмаота областидаги Қизил-Агаш сув омбори тўғонида 2010 йилнинг 11 мартдан 12 мартга ўтар кечаси ўпирилиш юз берди. Бунга Қизил-Агаш дарёси хавзасида қиш давомида тўпланган қор қопламанинг ҳаво ҳароратининг кўтарилиши натижасида жадал суръатларда эриши ҳамда унинг устига ёққан жала ёмғирлар сабаб бўлган. Натижада 35 киши ҳалок бўлиб, бир қанча одамлар дом-дараксиз йўқолган, уй-жойларидан ажралган, бир сўз билан айтганда, шу ҳудудда



яшайдиган одамлар жуда катта моддий талофат ва маънавий зарар кўрганлар. Алоҳида таъкидлаш лозимки, Қизил-Агаш сув омборининг сув сиғими бор-йўғи 42 млн. м<sup>3</sup> бўлиб, қурилиши давом этаётган Роғун сув омборига нисбатан 320 марта кичикдир!

АҚШнинг Калифорния штатидаги баландлиги 230 м бўлган Оровилл тўғонида 2017 йил 9 февралда ўпирилиш кузатилган. Бунга сув омборини тўлдирадиган Фетер дарёси хавзасида бўлиб ўтган кучли ёгингарчилик асосий сабаб бўлган. Одамларни офатдан қутқариш мақсадида сув омбори таъсир зонасида ва унга яқин ҳудудларда яшайдиган 200 минг киши тезда эвакуация қилинган. Тошқин оқибатида минглаб турар-жой бинолари, кўприклар, йўллар ва бошқа коммуникация шохобчалари жиддий зарар кўрган.

Колумбиянинг Итуанго сув омбори ва гидроэлектростанцияси 2010 йилда фойдаланишга топширилган. Сув омбори тўғони, орадан ҳеч қанча вақт ўтмасдан, 2018 йил 7 май куни ўпирилиб, ундан оқиб чиқадиган Каука дарёсида сув тошқини кузатилган. Тошқиннинг таъсир зонасидан 6,5 мингдан ортиқ одам тезда эвакуация қилинади. Бундан ташқари бир нечта кўприклар, йўллар ва бошқа коммуникация воситалари жиддий зарар кўрган, 120 мингга яқин одамлар, уйларини сув босиши оқибатида, бошпанасиз қолган. Бу воқеага, кейинчалик аниқланишича, сув омбори тўғонини қуриш жараёнида йўл қўйилган технологик хатолар сабаб бўлган.

Сардоба сув омбори Сирдарё вилояти ҳудудида, Сирдарё, Жиззах вилоятлари ҳамда қўшни Қозоғистон Республикасининг Туркистон области Жеттисой районидаги суғориладиган ерлар сув таъминотини яхшилаш мақсадида қурилган. Унинг дамбасидан 2020 йил 1 май куни соат 05:55 дан бошлаб сув сизиб чиқа бошлайди. Унинг миқдори секунд сайин катталаша бориб, бу ҳолат дамба деворида катта ўпирилишга олиб келади (2-расм).

Бугунги кунга келиб Сардоба сув омбори тўғонининг шикастланишига сабаб бўлган омиллар ҳақида турлича фикрлар мавжуд. Қуйида соҳа мутахассислари ва тажрибали олимлар томонидан илгари сурилган, Сардоба сув омбори тўғонининг шикастланишига сабаб бўлган тахминий омиллар тўғрисида баъзи маълумотлар келтирилган (2-жадвал).



*Юқори бьеф. Верхний бьеф. High bef*



*Қуйи бьеф. Нижний бьеф. Lower bef*

**2-расм. Сардоба сув омбори дамбасидаги техноген офат, 2020 йил 1 май**

**Рис. 2. Техногенная катастрофа на теле дамбы Сардабинского водохранилища, 1 мая 2020 года**

**Fig. 2. Man-made disaster on the body of the dam of the Sardaba Reservoir, May 1, 2020**

2-жадвал

Сардоба сув омбори дамбасининг шикастланишига сабаб бўлган тахминий омиллар

Таблица 2

Предполагаемые факторы повреждения дамбы Сардабинского водохранилища

Table 2

## Supposed factors of damage to the Sardaba Reservoir dam

Т.р.	Сабаб бўлган тахминий омиллар
1	2020 йил 1 май куни узоқ давом этган баҳорги атмосфера ёгинлари натижасида сув баланси кирим қисмининг ортиши.
2	Сув омборида сув сатҳини меъерий димланиш сатҳида (МДС) узоқ муддат ушлаб турилиши.
3	Сардоба сув омборида замонавий огоҳлантириш қурилмалари ва сенсор мосламалари каби техник қурилмаларни жорий этишга улғурилмаганлиги.
4	Сув омбори дамбаси узоқ вақт давомида, танаффуслар билан қурилгани ҳам ўпирилиш сабабларидан бири бўлиши мумкин. Қурилишдаги танаффуслар сабабли тўғон деворларининг деформация жараёнлари бир текисда ва ўзаро ҳамоҳанг тарзда кечмаган. Аниқланишича, тўғоннинг ўпирилган қисми охириги босқичларда қурилган.
5	Сув омбори дамбасининг энг охирида барпо этилган (6-пикет) қисмида тупрокни сув ўтказмайдиган, зичлаштириш мақсадида бажарилиши лозим бўлган шиббалаш ишлари қурилиш ташкилоти томонидан белгиланган талаблар даражасида бажарилмаган ва бошқалар.

Дамба деворидаги ўпирилиш натижасида юзага келган тошқин, расмий маълумотларга кўра, 10 та маҳалла фуқаролар йиғинига, 23 та аҳоли пунктларига, ҳудудлардаги 4711 та турар ва 277 та нотурар жой объектларига талофат келтирган ҳамда 30 718 гектар экин майдонларига зарар етказган. Тошқиндан талафот кўрган 4351 та хонадонларнинг 2570 таси яроқсиз ҳолга келган, 1781 таси қисман зарарланган. Ушбу офат олти кишининг ҳаётига зомин бўлган, бир киши бедарак йўқолган (3-жадвал).

Ўзбекистон Республикаси Президенти ва Ҳукумати томонидан тезлик билан кўрилган чора-тадбирлар натижасида зарарлар қопланган, аҳолига янги уй-жойлар қуриб берилган, қисқа муддатда мазкур офат таъсир зонасида ҳаёт ўз изига тушган.

Сув омборлари тўғонларининг харбий-сиёсий таҳдидлар натижасида шикастланишига Днепр дарёсида 1956 йилда қурилиб, фойдаланишга топширилган Украинадаги Каховка сув омбори ёрқин мисолдир.

Сув сизими 18,1 км<sup>3</sup> га тенг бўлган ушбу улкан сув омборининг тўғони 2023 йил 6 июнда портлатилади. Содир бўлган сув тошқини оқибатида 32 та йирик аҳоли пунктлари – шаҳарлар, қишлоқлардаги 3600 дан ортиқ уй-жойлар, халқ хўжалиги объектлари сув остида қолган (3-расм).

**Назарий-методологик асослар ва уларнинг муҳокамаси.** Сув омборлари тўғони танасида сув оқими ва бошқа омиллар таъсирида ҳосил бўладиган ўйиқлар ўлчамларининг катталашиб бориши жараёни ва, энг муҳими, улардан оқиб чиқадиган сув сарфларини, айниқса, уларнинг максимал қийматларини ҳисоблаш масалалари тоғли ҳудудлар гидрологиясида нисбатан кам ўрганилган муаммолардан бири ҳисобланади. Дастлаб, ушбу масала келиб чиқиши музликлар фаолияти билан боғлиқ бўлган кўллар мисолида А.Ф.Литовченко [Литовченко, 1964], Л.Д.Долгушин [Долгушин, 1973], Ю.Б.Виноградов [Виноградов, 1977], С.М.Флейшман [Флейшман, 1978], С.С.Кубрушко [Кубрушко, 1978], Г.Е.Глазырин [Глазырин, 2008] ва бошқаларнинг тадқиқотларида кўриб чиқилган.



## 3-жадвал

Сардоба сув омбори дамбасининг шикастланиши натижасида рўй берган офат келтирган моддий ва маънавий зарарлар кўлами (Хикматов ва бошқ., 2023)

## Таблица 3

Объём материального и морального ущерба, нанесённых в результате повреждения дамбы Сардабинского водохранилища [Хикматов и др., 2023]

## Table 3

The volume of material and moral damage caused as a result of damage to the dams of the Sardaba Reservoir [Khikmatov et al., 2023]

Т.р.	Зарарланиш соҳалари	Моддий ва маънавий зарарлар кўлами
1	Инсонлар ҳаёти	Расмий маълумотларга кўра, фожиа оқибатида 6 киши (2 нафар аёл, 4 нафар эркак) ҳалок бўлган, бир киши бедарак йўқолган. Жумладан, аҳолини хабардор қилиш ва қутқарув ишларини олиб бориш жараёнида Миллий гвардиянинг 3 нафар ходимини қучли сув оқими олиб кетган. Улардан бири қутқарилган, бири ҳалок бўлган, яна бири бедарак йўқолган деб топилган.
2	Қишлоқ хўжалиги	Тошқин туфайли Сардоба, Мирзаобод ва Оқолтин туманларининг жами 32381 гектар экин майдонлари талафот кўрган. Шундан 549 гектари аҳолининг томорқа ерларидир. Тошқинда 19592 гектар ер майдонида қишлоқ хўжалиги экинлари сув остида қолиб, талафот кўрган, 108 та фермер ва бошқа қишлоқ хўжалиги корхоналарининг 16525 гектар ери зарарланган. Шунингдек, 9734 гектар чигит, 6821 гектар ғалла, 231 гектар сабзавот экинлари, 1095 гектар поллиз, 14 гектар картошка, 154 гектар боғ ва 83 гектар боғ ораларига экилган сабзавот экинлари сув остида қолиб, яроқсиз ҳолатга келган.
3	Ҳайвонот олами	Фожиа оқибатида 31719 та уй ҳайвонлари йўқолган бўлиб, уларнинг 13685 таси йирик ва майда шохли қорамоллар, отлар, 17752 таси парранда ва 282 таси бошқа ҳайвонлардир. Тирик ҳолда топилган 5160 та йирик ва майда шохли қорамол, 5143 от ўз эгаларига қайтарилган. Тошқинда 6 мингга яқин уй ҳайвонлари нобуд бўлган.
4	Аҳоли яшаш жойлари	Офат 10 та маҳалла фуқаролар йиғини, 23 та аҳоли пункти, ҳудудлардаги 4711 та турар ва 277 та нотурар жой объектларига зарар етказган. Тошқиндан талафот кўрган 4351 та хонадоннинг 2570 таси яроқсиз ҳолга келган, 1781 тасига қисман зарарланган.
5	Давлат ташкилотлари ва муассасалар	Тошқин оқибатида 8 та болалар боғчаси, 16 та мактаб, 7 та тиббиёт муассасаси, 1 та коллеж, 7 та қабристон, 3 та масжид, 13 та республика аҳамиятидаги кўприк, 52 км узунликдаги йўл, 1 та деҳқон бозори, 282 та тадбиркорлик субъекти зарарланган.

Ўзининг илмий фаолиятида мазкур масалага алоҳида эътибор қаратган олим – Ю.М.Денисов [Денисов, 2010] кайд этиб ўтганидек, дарёлар оқими йўлини тўсиб қўйган кўчкилар, сурилмалар, қуламалар, шу йўл билан ҳосил бўлган тўғонлар ҳамда тўсиқлар сув оқими таъсирида секин-аста ювилиб бориши ёки бу жараён қисқа фурсатда, жуда катта тезликда рўй бериши мумкин. Аниқроғи, кўлларда тўпланган сув оқими таъсирида тўғоннинг ювилиши жараёни бир неча минутдан бир неча суткагача давом этиши мумкин.





3-расм. Днепр дарёсидаги Каховка сув омборида техноген офат,  
2023 йил 6 июнь (Украина)

Рис. 3. Техногенная катастрофа на Каховском водохранилище на реке Днепр,  
6 июня 2023 года (Украина)

Fig. 3. Man-made disaster at the Kakhovka reservoir on the Dnieper River,  
June 6, 2023 (Ukraine)

Ушбу жараёни батафсил ўрганишга илк бор Ю.М.Денисов [Денисов, 2010] жазм этган. Бунга 1964 йилнинг 24 апрелида Зарафшон дарёсининг Тожикистон Республикаси худудидаги Айний қишлоғидан 1 км юқорида ёки Самарқанд шаҳридан 140 км шарқда тоғ ёнбағри сурилиб, дарё йўлини тўсиб қўйиши оқибатида шакллана бошлаган қўл сабаб бўлган. Зарафшон дарёси ўзанида пайдо бўла бошлаган қўлдаги сув сатҳи кунига 3-5 м дан кўтарила бориб, унинг қуйи қисмидаги аҳоли пунктларига, кўприклар ва бошқа объектларга катта хавф сола бошлаган.

Бундай шароитда қўлда тўпланган сувни қуйи бьеф томон безарар ўтказиб юборишдек ўта нозик масала кўндаланг бўлиб қолган. Ушбу масаланинг ижобий ҳал этилишида фаол қатнашган кўпгина олимлар ва мутахассислар қаторида ўша йилларда ёш олим саналган Ю.М.Денисовнинг ҳам ҳиссаси катта бўлган [Ҳикматов, Рапиқов, Зияев, 2023].

Кейинчалик, яъни орадан 40 йиллар ўтгандан сўнг, аниқроғи, 2010 йилда профессор Ю.М.Денисов ушбу масаланинг ечимини назарий жиҳатдан тўла-тўқис асослаб берди. Қуйида турли келиб чиқишли қўллар тўғонларининг сув оқимлари таъсирида ҳосил қилган ўйиқлари ўлчамлари ва улардан оқиб ўтадиган сув сарфларини ҳисоблашнинг Ю.М.Денисов [Денисов, 2010] таклиф этган усулини сув омборининг шикастланган тўғонлари учун тадбиқ этамиз.

Масаланинг моҳиятига тўлиқ тушуниб етиш ва унинг ечимини топиш мақсадида, Ю.М.Денисовга мос ҳолда, қуйидаги белгилашларни киритамиз:

$z$  – шикастланган сув омбори тўғони танасида турли омиллар таъсирида ҳосил бўлган ўйиқ ҳисоб горизонталининг баландлиги, м;

$t$  – ҳисоб вақти, минут ёки секунд;

$P(z, t)$  – сув омбори тўғони танасидаги ўйиқ кўндаланг кесимининг ҳисоб горизонтали  $z$  дан қуйида жойлашган қисмининг оний  $t$  вақтдаги юзаси, м<sup>2</sup>;

$z_B(t)$  – сув юзаси бўйича ўйиқ кенглигининг оний  $t$  вақтдаги баландлиги, м;

$z_{1p}(t)$  – ўйиқ қуйи чегарасининг оний  $t$  вақтдаги баландлиги, м;

$z_{2p}(t)$  – агар ўйиқ юқори томондан берк, яъни сув оқими тўғон танасини ёриб ўтган бўлса, ўйиқ юқори чегарасининг оний  $t$  вақтдаги баландлиги, м;

$\chi_p(z, t)$  – ўйикнинг ҳисоб горизонтали  $z$  дан қуйида жойлашган кўндаланг кесимининг оний  $t$  вақтдаги периметри, м;

$B_p(z, t)$  – ўйикнинг  $z$  ҳисоб горизонталидан қуйида жойлашган оний  $t$  вақтдаги кенглиги, м.

Юқорида қабул қилинган белгилашларга асосланадиган бўлсак, тўғон танасида сув оқими таъсирида ҳосил бўладиган ўйикнинг кенглиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$B_p(z, t) = \frac{\partial p}{\partial z}. \quad (1)$$

Демак, юқорида баён этилганлардан кўриниб турибдики, табиатда қуйидаги икки ҳолат бўлиши мумкин:

1)  $z_{2p}(t) \geq z_B(t)$  шarti бажарилганда, ўйик юқори томони, яъни тепа қисмидан очик бўлади, бу ҳолат тўғон девори – танаси юқори қисмидан шикастланганда кузатилади;

2)  $z_{2p}(t) < z_B(t)$  шarti бажарилганда эса ўйик юқори томондан берк бўлади, яъни сув оқими тўғон танасини ёриб ўтади ва ўйик тўғоннинг танасида ҳосил бўлади.

Қуйида масалани, дастлаб, биринчи ҳолат, яъни ўйик юқори томонидан очик бўлган ҳолат учун кўриб чиқамиз. Ушбу ҳолатда ўйикдан оний  $t$  вақтда оқиб ўтаётган сув сарфи  $Q_p(t)$  қуйидаги аниқ интеграл билан ҳисобланади:

$$Q_p(t) = \int_{z_{1p}(t)}^{z_B(t)} B_p(z, t) \cdot [2g(z_B(t) - z)]^{0.5} \cdot dz. \quad (2)$$

Охирги ифодани, юқоридаги (1) ифодани ҳисобга олган ҳолда, қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q_p(t) = \int_{z_{1p}(t)}^{z_B(t)} \frac{\partial p}{\partial z} [2g(z_B(t) - z)]^{0.5} \cdot dz. \quad (3)$$

Ушбу (3) ифодани қисмлар бўйича интеграллаб, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$Q_p(t) = \int_{z_{1p}(t)}^{z_B(t)} \sqrt{\frac{g}{2}} \cdot \frac{P(z, t)}{\sqrt{z_B(t) - z}} \cdot dz. \quad (4)$$

Навбатдаги босқичда масалани иккинчи, яъни  $z_{2p}(t) < z_B(t)$  шarti бажарилган ҳолат учун кўриб чиқамиз. Юқорида қайд этилганидек, ушбу шарт бажарилганида, ўйик юқори томонидан берк, яъни сув оқими тўғон танасини ёриб ўтган бўлади. Мазкур ҳолатда ўйикдан оқиб ўтадиган сув сарфи  $Q_p(t)$ ни ҳисоблаш учун юқорида келтирилган (2) ва (4) ифодалардаги аниқ интегралнинг юқори чегарасини ифодаловчи  $z_B(t)$ ни Ю.М.Денисов [Денисов, 2010] тавсияси бўйича  $z_{2p}(t)$  га алмаштириш лозим.

Юқорида баён этилганларга ҳулоса қилиб айтганда, (4) ифодани сув омборлари тўғони танасида ҳосил бўлган ўйиклардан оқиб ўтадиган сув сарфи  $Q_p(t)$ ни ҳисоблашнинг энг қулай умумий ифодаси сифатида қабул қилиш мумкин.

Ушбу ифода ёрдамида оний  $t$  вақтдаги ўйик кўндаланг кесимининг юзаси  $P(z, t)$  агар тўғри тўртбурчак шаклида бўлса, ўйик кенглиги  $z_B(t)$ ни баландликка кўпайтирилганига тенг бўлади. Бу эса, ўйикнинг қуйи  $z_{1p}(t)$  ҳамда юқори  $z_{2p}(t)$  чегараларининг баландликлари ҳамда ўйик кўндаланг кесимининг юзаси  $[P(z, t)]$  ҳақидаги морфометрик маълумотларни ҳисобга олган ҳолда, ўйикдан оқиб ўтадиган сув сарфи  $Q_p(t)$ ни ҳисоблаш имконини беради.

Юқорида келтирилган маълумотлар ва уларнинг таҳлилларига таянган ҳолда, **ҳулоса** ўрнида қуйидагиларни қайд этиш мумкин.

1. Ҳозирги кунда Ўзбекистонда, селхоналар билан қўшиб ҳисоблаганда 60 дан



ортик сув омборлари эксплуатация қилинади. Уларнинг барчасида қурилган тўғонларнинг турли табиий, техноген ва бошқа омиллар таъсирида шикастланиш хавфи мавжуд. Охирги йилларда ушбу омиллар каторига ҳарбий-сиёсий таҳдидлар ҳам қўшилди. Жорий 2023 йилнинг 6 июнида Каховка ГЭС тўғонининг ҳарбий ҳаракатлар оқибатида ўпирилиши туфайли юзага келган вазият бунга ёрқин мисолдир.

2. Сув омборлари тўғонларининг шикастланиши, аксарият ҳолларда, гидрометеорологик шароитлар билан боғлиқдир. Сардоба сув омбори дамбасининг 2020 йилнинг 1 май кунда шикастланишига узоқ давом этган баҳорги атмосфера ёгинлари, сув баланси кирим қисмининг ортиши, сув омборида сув сатҳини меъёрий димланиш сатҳида (МДС) узоқ муддат ушлаб турилиши, дамба деворининг мустаҳкамлигини белгиловчи ва бошқа қатор омиллар сабаб бўлган.

3. Сув омборлари тўғонлари шикастланишининг олдини олиш учун, биринчи навбатда, уларни эксплуатация қилиш тартиб-қоидаларига тўла амал қилиш лозим. Жумладан, ҳар қандай вазиятда ҳам, сув омборидаги сув сатҳини МДСда узоқ ушлаб туришга йўл қўймаслик талаб этилади. Шунингдек, ҳозирги кунда дунёнинг айрим минтақаларида кузатилаётган ҳарбий-сиёсий таҳдидларни ҳисобга олиб, тўғонлар назоратини янада кучайтириш мақсадга мувофиқдир.

4. Сув омборлари тўғонлари танасида ҳосил бўлган ўйиқларининг кўндаланг кесими юзаларини ҳисоблашнинг Ю.М.Денисов томонидан таклиф этилган ифодалари кўриб чиқилди ва ўйиқлар кўндаланг кесимлари юзаларини ҳисоблаш ифодалари ўйиқнинг устки қисми очик ( $z_{2P}(t) \geq z_B(t)$ ) ва ёпик  $z_{2P}(t) < z_B(t)$  ҳолатлар учун аниқланди.

5. Ўйиқнинг қуйи  $z_{1P}(t)$  ҳамда юқори  $z_{2P}(t)$  чегараларининг баландликлари ҳамда ўйиқ кўндаланг кесимининг юзаси  $[P(z, t)]$  ҳақидаги морфометрик маълумотлар асосида ўйиқдан оқиб ўтадиган сув сарфи  $Q_P(t)$ ни ҳисоблаш ифодаси тавсия этилди.

**Миннатдорчилик.** Муаллифлар ушбу илмий мақолани тайёрлаш жараёнида ўз ёрдами ва илмий маслаҳатларини аямаган устозларига, жумладан, Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Қуруқлик гидрологияси кафедраси профессор-ўқитувчиларига ҳамда Ўзбекистон Республикаси Фавқулудда вазиятлар вазирлиги Фуқаро муҳофазаси институтининг етакчи олимларига ўзларининг чуқур миннатдорчиликларини изҳор этадилар.

**Муаллифлар ҳиссаси.** **Б.Ф. Ҳикматов:** методология, мақола ғояси, олинган натижаларнинг таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Б.Р. Рапиқов:** маълумотларни тўплаш, маълумотларни қайта ишлаш, гидрологик ҳисоблашларни бажариш, олинган натижаларнинг таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. Муаллифлар қўлёзманинг нашрга тайёрланган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

- Авакян А.Б., Шарапов В.А.* и др. Водохранилища мира. – М.: Изд-во «Наука», 1979. – 289 с.  
*Авакян А.Б., Салтанкин В., Шарапова В.А.* Водохранилища. М.: Мысль, 1987. – 325 с.  
*Айтбаев Д.П., Хикматов Ф.Х.* Эрозионная деятельность горных рек и оценка интенсивности заиления водохранилищ. – Ташкент: «Fan va texnologiya», 2013. – 140 с.  
*Богословский Б.Б.* Озероведение. – М.: Изд-во МГУ, 1960. – 335 с.  
*Видинеева Е.М.* Элементы гидрохимического режима Каттакурғанского водохранилища. – Тр. САРНИГМИ, 1975, вып. 2 (83). – С. 30-37.  
*Виноградов Ю.Б.* Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 154 с.  
*Виноградов Ю.Б.* Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 144 с.

Вендров С.Л., Дьяконов К.Н. Водохранилища и окружающая природная среда. – М.: Наука, 1976. – 133 с.

Глазырин Г.Е., Рейзвих В.Н. К расчету гидрографа стока при прорыве завальных озер // Тр. САНИГМИ. – Ташкент, 1968. – Вып. 32 (47). – С.8-12.

Глазырин Г.Е., Карташов Д.А., Муракаев Р.Р., Тарасов Ю.А., Шамсутдинов В.Н. Результаты исследования прорывоопасных ледниковых озер в бассейне р. Пскем летом 2003 г. // Сб. науч. трудов НИГМИ. – Ташкент, 2005. – Вып.5 (250). – С. 43-55.

Горелкин Н.Е. Гидрометеорологический, гидрохимический режим и прогноз водно-солевого баланса Арнасайской озерной системы. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1985. – 19 с.

Денисов В.М. О средней скорости равномерного движения безнапорных турбулентных потоков // Труды САНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып. 94(175). – С. 56-74.

Денисов Ю.М. Расчёт прорывных расходов воды и размыва прорана // Тр. НИГМИ. – Ташкент, 2010. – Вып.12 (257). – С. 3-19.

Долгушин Л.Д. Прорыв ледяной плотины // Природа. – Москва, 1973. – Вып.11. – С. 108-110.

Кубрушко С.С., Ставиский Я.С. Гляциальные озера Киргизии и их роль в формировании селей // Материалы гляциологических исследований. – Москва, 1978. – Вып. 32. – С. 59-62.

Литовченко А.Ф. Катастрофический селевой паводок на р. Иссык // Метеорология и гидрология. – Ленинград, 1964. – №4. – С. 39-42.

Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. – Перм: Изд-во ПГУ, 2003. – 296 с.

Никитин А.М. Водохранилища Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 163 с.

Пирназаров Р.Т., Хикматов Ф.Х. Тўғонли кўлларнинг гидрометеорологик режими ва улар хавфини камайтириш масалалари (Курбонкўл мисолида). – Тошкент: “Фан ва технология”, 2013. – 176 б.

Сирлибаева З.С. Сток взвешенных наносов в бассейне Андижанского водохранилища: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1984. – 18 с.

Флейшман С.М. Сели. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 312 с.

Хикматов Б.Ф., Рапиқов Б.Р., Зияев Р.Р. Сув омборлари тўғонларининг шикастланиши ва унинг оқибатида кузатилган офатлар ҳақида // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 63-жилд. – Тошкент, 2023. – Б. 73-78.

Эдельштейн К.К. Гидрология озер и водохранилищ. Учебник для вузов. – М.: Изд-во «Перо», 2014. – 399 с.

Glazirin G.E. Dangerous lakes in mountains surrounding Uzbekistan // Proceedings of the International Conference on Management of Landside Hazard in the Asia-Pacific Region. Satellite symposium of the First World Landslide Forum. – Tokyo, 2008. – P. 196-201.

Hikmatov F.H., Haydarov S.A., Halimova G.S., Ziyayev R.R., Rapiqov B.R. Ko'lishunoslik. Darslik. Toshkent: «Innovatsion rivojlanish nashriyoti-matbaa uyi», 2021. – 216 b.

Электрон манбалар:

[www.kun.uz](http://www.kun.uz)

[www.wikipediya.org](http://www.wikipediya.org)

[www.vk.com](http://www.vk.com)

## РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ, ПРОТЕКАЮЩИХ ЧЕРЕЗ ПРОРАН НА ТЕЛЕ ПОВРЕЖДЁННЫХ ПЛОТИН ВОДОХРАНИЛИЩ

**Б.Ф. ХИКМАТОВ<sup>1</sup>, Б.Р. РАПИКОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт гражданской защиты при Академии МЧС

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, [barkamol\\_rapiqov@mail.ru](mailto:barkamol_rapiqov@mail.ru)

**Аннотация.** Статья посвящена изучению процессов повреждения плотин водохранилищ различного назначения под влиянием естественных и техногенных факторов, а также определению основных факторов, вызывающих этих чрезвычайных явлений. На основе теоретических предпосылок профессора Ю.М.Денисова, рекомендованы практические формулы



для расчёта максимального расхода воды, вытекающего из прорана, образовавшегося в теле плотины водохранилища в результате повреждения.

**Ключевые слова:** водохранилище, плотина, естественный фактор, техногенный фактор, повреждение, проран, максимальный расход воды, практические формулы, расчёт.

## CALCULATION OF MAXIMUM WATER FLOWS FLOWING THROUGH THE OPENING ON THE BODY OF DAMAGED RESERVOIR DAMS

**B.F. KHIKMATOV<sup>1</sup>, B.R. RAPIKOV<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Civil Protection Institute at the Academy of the Ministry of Emergency Situations

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, barkamol\_rapiqov@mail.ru

**Annotation.** The article is devoted to the study of the processes of damage to reservoir dams for various purposes under the influence of natural and man-made factors, to the identification of the main factors causing these extreme phenomena. Based on the theoretical premises of Professor Yu.M. Denisov, practical formulas are recommended for calculating the maximum flow of water flowing from holes formed in the bodies of reservoir dams as a result of damage.

**Keywords:** reservoir, dam, natural factor, man-made factor, damage, breach, maximum water flow, practical formula, calculation.

## REFERENCES

Avakyan A.B., Sharapov V.A. i dr. Vodoxranilisha mira [Reservoirs of the world]. – M.: Izd-vo «Nauka», 1979. – 289 s. (in Russian)

Avakyan A.B., Saltankin V., Sharapova V.A. Vodoxranilisha [Reservoirs]. M.: Misl, 1987. – 325 s. (in Russian)

Aytbaev D.P., Xikmatov F.X. Eroziionnaya deyatelnost gornix rek i otsenka intensivnosti zaileniya vodoxranilish [Erosion activity of mountain rivers and assessment of the intensity of siltation of reservoirs]. – Tashkent: «Fan va texnologiya», 2013. – 140 s. (in Russian)

Bogoslovskiy B.B. Ozerovedenie [Lake science]. – M.: Izd-vo MGU, 1960. – 335 s. (in Russian)

Vidineeva Ye.M. Elementi gidroximicheskogo rejima Kattakurganskogo vodoxranilisha [Elements of the hydrochemical regime of the Kattakurgan reservoir]. – Tr. SARNIGMI, 1975, vip. 2 (83), – S. 30-37. (in Russian)

Vinogradov Yu.B. Glyatsialnie prorivnie pavodki i selevie potoki [Glacial outburst floods and debris flows]. – L.: Gidrometeoizdat, 1977. – 154 s. (in Russian)

Vinogradov Yu.B. Etyudi o selevix potokax [Sketches about mudflows]. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – 144 s. (in Russian)

Vendrov S.L., Dyakonov K.N. Vodoxranilisha i okrujayushaya prirodnyaya sreda [Reservoirs and the natural environment]. – M.: Nauka, 1976. – 133 s. (in Russian)

Glazirin G.Ye., Reyzvix V.N. K raschetu gidrografa stoka pri prorive zavalnix ozer [Towards the calculation of runoff hydrograph during outburst of dammed lakes] // Tr. SANIGMI. – Tashkent, 1968. – Vip. 32 (47). – S. 8-12. (in Russian)

Glazirin G.Ye., Kartashov D.A., Murakaev R.R., Tarasov Yu.A., Shamsutdinov V.N. Rezultati issledovaniya prorivoopasnix lednikovix ozer v bassejne r. Pskem letom 2003 g. [Results of a study of outburst-hazardous glacial lakes in the Pskem river basin in the summer of 2003] // Sb. nauch. trudov NIGMI. – Tashkent, 2005. – Vip.5 (250). – S. 43-55. (in Russian)

Gorelkin N.Ye. Gidrometeorologicheskij, gidroximicheskij rejim i prognoz vodno-solevogo balansa Arnasayskoy ozernoy sistemi. Avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk. [Hydrometeorological, hydrochemical regime and forecast of water-salt balance of the Arnasay lake system. Author's abstract. diss. ...cand. geogr. Sci.] – Tashkent, 1985. – 19 s. (in Russian)

Denisov V.M. O sredney skorosti ravnomernogo dvijeniya beznapornix turbulentnix potokov [On the average speed of uniform motion of free-flowing turbulent flows] // Trudi SANII Goskomgidrometa.

– 1982. – Vip. 94(175). – S. 56-74. (in Russian)

*Denisov Yu.M.* Raschot prorivnix rasxodov vodi i razmiva prorana [Calculation of breakthrough water flows and erosion of the hole] // Tr. NIGMI. – Tashkent, 2010. – Vip.12 (257). – S. 3-19. (in Russian)

*Dolgushin L.D.* Proriv ledyanoy plotini [Ice dam break] // Priroda. – Moskva, 1973. – Vip.11. – S. 108-110. (in Russian)

*Edelshteyn K.K.* Gidrologiya ozer i vodoxranilish [Hydrology of lakes and reservoirs]. Uchebnik dlya vuzov. – M.: Izd-vo «Pero», 2014. – 399 c. (in Russian)

*Kubrushko S.S., Stavisskiy Ya.S.* Glyatsialnie ozera Kirgizii i ix rol v formirovanii seley [Glacial lakes of Kyrgyzstan and their role in the formation of mudflows] // Materiali glyatsiologicheskix issledovaniy. – Moskva, 1978. – Vip. 32. – S. 59-62. (in Russian)

*Litovchenko A.F.* Katastroficheskiy selevoy pavodok na r. Issik [Catastrophic mudflow on the River Issyk] // Meteorologiya i gidrologiya. – Leningrad, 1964. – №4. – S. 39-42. (in Russian)

*Matarzin Yu.M.* Gidrologiya vodoxranilish [Hydrology of reservoirs]. – Perm: Izd-vo PGU, 2003. – 296 c. (in Russian)

*Nikitin A.M.* Vodoxranilisha Sredney Azii [Reservoirs of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1991. – 163 s. (in Russian)

*Pirnazarov R.T., Hikmatov F.H.* Togonli kollarning gidrometeorologik rejimi va ular xavfini kamaytirish masalalari (Qurbankol misolida) [Hydrometeorological regime of dammed lakes and issues of reducing their risk (in the case of Kurbankol)]. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2013. – 176 b. (in Uzbek)

*Sirlibaeva Z.S.* Stok vzveshennix nanosov v basseyne Andijanskogo vodoxranilisha: Avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk. [Suspended sediment runoff in the Andijan reservoir basin: Diss. abstract ... cand. geogr. sci.] – Tashkent, 1984. – 18 s. (in Russian)

*Fleyshman S.M.* Seli [Mudflows]. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. – 312 s. (in Russian)

*Khikmatov B.F., Rapiqov B.R., Ziyayev R.R.* Suv omborlari to‘g‘onlarining shikastlanishi va uning oqibatida kuzatilgan ofatlar haqida [About damage to reservoir dams and disasters observed as a result] // O‘zbekiston Geografiya jamiyati axboroti. 63-jild. – Toshkent, 2023. – B. 73-78. (in Uzbek)

*Khikmatov F.H., Haydarov S.A., Halimova G.S., Ziyayev R.R., Rapiqov B.R.* Kolshunoslik [Limnology]. Darslik. Toshkent: «Innovatsion rivojlanish nashriyoti-matbaa uyi», 2021. – 216 b. (in Uzbek)

*Electronic resources:*

[www.kun.uz](http://www.kun.uz)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.vk.com](http://www.vk.com)