

УДК: 551.311.8+556.5.06

**ИХНАЧ КЎЛЛАРИ ЭҲТИМОЛИЙ СУВ ТОШҚИНИНИНГ
ВАҚТ ВА ҲУДУД БЎЙИЧА ТАРҚАЛИШИНИ БАҲОЛАШ****Д.М. ЖУНСАЛИЕВ¹, Ғ.Ў. УМИРЗАҚОВ^{2,3*}, А. ЧИКОЙРА⁴, Т.Ю. САБИТОВ²,
Э.Р. СЕМАКОВА⁵, Ҳ.А. МАМИРОВ⁶**¹ Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси, d.junsaliev@gmail.com² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, g.umirzakov@gmail.com, tim7en@gmail.com³ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти⁴ Швейцариянинг Цюрих университети, alessandro.cicoira@uzh.ch⁵ Улуғбек номидаги Астрономия институти, ella9sem@gmail.com⁶ Х.М.Абдуллаев номидаги геология ва геофизика институти, hmamirov@inbox.ru

Аннотация. Мақолада табиий хавфли жараёнларни ўрганувчи махсус дастурда Тошкент вилоятининг Писком дарёси ҳавзасида жойлашган Катта Ихнач ва Куйи Ихнач кўлларида юзага келиши мумкин бўлган сув тошқини оқимининг динамик симуляцияси ишлаб чиқилган. Тадқиқотда сув тошқини потенциал хавфининг аҳоли яшаш ҳудудлари ва муҳандислик иншоотларига таъсири баҳоланган.

Калит сўзлар: тоғ кўллари тўғонининг ўпирилиши, сел тошқини, гидродинамик симуляция, муҳандислик муҳофаза иншооти, рельефнинг рақамли модели, RAMMS дастури.

Кириш. Ўрта Осиё кўллари жойлашган ўрнига боғлиқ ҳолда уч гуруҳга: тоғ кўллари, тоғ олди кўллари, текислик кўлларига бўлинади. Кўллари мазкур гуруҳларга ажратишда уларнинг баландлик минтақалари бўйича жойлашиши эътиборга олинган [Расулов и др., 2003]. Жумладан, океан сатҳидан 500 метргача баландликда жойлашган текислик кўллари, 500-1000 метр баландликдаги тоғолди кўллари ва 1000 метрдан баландда жойлашган тоғ кўллари сифатида қабул қилинган. Демак, тоғ кўллари деганда, минтақа тоғларида 1000 метрдан баландда жойлашган кўллар тушунилади.

Ўзбекистон тоғ кўллари каталогини яратиш охириги марта 1999-2000 йилларда Ўрта Осиё гидрометеорология илмий-тадқиқот институти (ҳозирги вақтда Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти) олимлари томонидан амалга оширилган. Мазкур ўрганишлар натижасида Ўзбекистон ҳудудини ўраб турган тоғларда уч юз элликка яқин тоғ кўллари мавжудлиги ва улардан қарийб уч юзтаси морена кўллари эканлиги аниқланган [Муракаев и др., 2004].

Ўзбекистонда ҳалокатли сув тошқини зоналарида республика, вилоят ва туман аҳамиятига эга 87 шаҳар, 200 га яқин аҳоли яшаш пунктлари мавжуд бўлиб, мазкур ҳудудларда 3,5 млн.га яқин аҳоли яшайди [РКООНИК, 2008]. Табиийки, тоғли ҳудудларда жойлашган кўллар тоғ олди ҳудудидаги аҳоли яшаш пунктларига, гидротехник иншоотларга ва бошқа иқтисодий объектларга хавф-хатар туғдиради. Сирдарё ҳавзасидаги Чирчиқ дарёси ирмоқларнинг юқори оқимида бир қанча тоғ кўллари мавжуд. Жумладан, Писком дарёси ҳавзасида тўпланган сув ҳажми бўйича энг катта кўллар сирасига кирувчи Ихнач кўлларида юзага келадиган эҳтимолий сув тошқинининг потенциал хавфини ўрганиш юқорида келтирилган муаммонинг ечимини топишга имкон беради [Глазырин и др., 2012].

Ҳозирги кунда кўпгина давлатларда махсус компьютер дастурларида маҳаллий ва минтақавий сел оқимлари ва сув тошқинларини моделлаштириш ва уларнинг хавф-

* Масъул муаллиф: g.umirzakov@gmail.com, тел.: +998 97 401-02-83

хатарларини ГАТ (Географик ахборот тизимлари) асосида баҳолашнинг замонавий тизими ишлаб чиқилган [Пьянков и др., 2017]. Жумладан, Швейцария, АҚШ ва Канада каби давлатларда иқлим ўзгариши таъсирида ўпирилиш мумкин бўлган тоғ кўлларининг потенциал хавфини прогноз қилиш мақсадида кўп йиллар давомида тадқиқот ишлари олиб борилмоқда [Konvalov, 2009].

Табиий офатлар оқибатини юмшатиш ва талофат миқдорини камайитириш борасида, айниқса, турли кўчкилар, сув тошқини ва сел оқимларинининг динамикасини симуляция қилишда махсус моделларга катта эҳтиёж сезилади. Махсус моделлар кўпинча ушбу жараён натижасида юзага келадиган хавф-хатарларнинг таъсир доирасини баҳолаш учун ишлатилади ва оқибатларини юмшатишга қаратилган аниқ чора-тадбирларни ишлаб чиқишда ахборот манбаи сифатида хизмат қилади. RAMMS дастурий таъминот тўплами ана шундай технологик модулларни ўзида жамлаган дастурлардан ҳисобланади [SLF]. Ушбу дастур Швейцариянинг Давос Дорфдаги Қор ва кўчкилар тадқиқот институтининг бир гуруҳ олимлари томонидан йиллар давомида ўтказилган тажрибалар ва илмий изланишлар натижасида яратилган.

Ишнинг мақсади ва вазифалари. Мазкур тадқиқот ишининг мақсади Писком дарёси ҳавзасида жойлашган Ихнач кўлларидан юзага келиши мумкин бўлган сув тошқинининг аҳоли яшаш ҳудудлари ва муҳандислик иншоотларига потенциал хавфини баҳолашдан иборат. RAMMS дастурида Ихнач кўлларидан юзага келадиган сув тошқинининг оқим динамикасини симуляция қилиш тадқиқот ишининг вазифаси ҳисобланади.

Тадқиқот объекти ва предмети. Тадқиқот иши объекти сифатида Писком дарёси ҳавзасида Катта Ихнач ва Қуйи Ихнач кўллари танлаб олинди (1-расм). Мазкур кўлларнинг эҳтимолий сув тошқинини гидродинамик симуляциясини RAMMS дастурида моделлаштириш ишлари тадқиқотнинг предмети ҳисобланади.

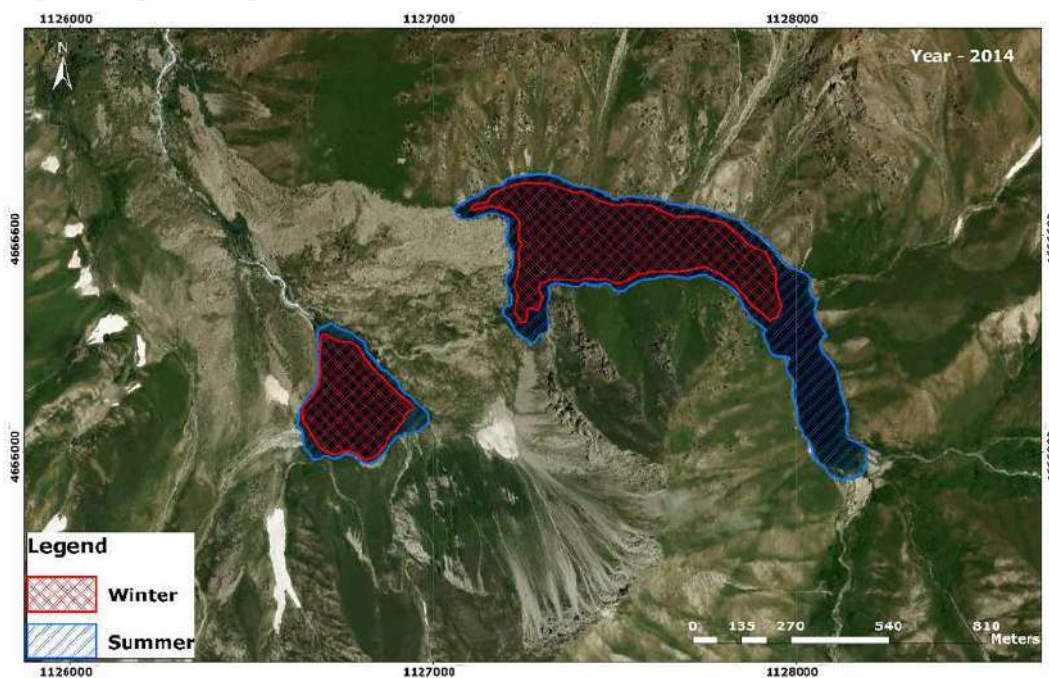
Тадқиқот усуллари. Кўлларнинг морфологик ва морфометрик кўрсаткичларини аниқлашда соҳанинг етакчи олимлар томонидан эълон қилинган илмий тадқиқот ишлари натижаларидан фойдаланилди. Рельефнинг рақамли моделини (DEM – *Digital elevation model*), аэровизуал фототасвирлар, топографик карталарни яратиш ҳамда таҳлил қилиш ишлари QGIS (*Quantum Geographic Information System*) дастурида бажарилди. Тошқин сувининг гидродинамик симуляцияси RAMMS дастурининг Debrisflow модулида амалга оширилди.

Бирламчи маълумотлар. RAMMS дастурий таъминот тизими учта симуляция модулни ўзида жамлаган: 1) *Ramms::Avalanche* → қор кўчкиси, 2) *Ramms::Debrisflow* → сел оқими, 3) *Ramms::Rockfall* → қаттиқ тоғ жинслари (тош) кўчиши. Ушбу дастурий таъминот модулларида гидрологик ва геологик жараёнларнинг симуляциясини моделлаштириш мумкин. Сув тошқинининг гидродинамик симуляцияси *Debrisflow* модулида амалга оширилади [Bartelt et al., 2017]. Мазкур модул иккита энг асосий рақамли маълумотлар базаси билан ишлайди, жумладан, (i) рельефнинг рақамли модели ва (ii) морфометрик маълумотлар (кўрсаткичлар). Дастурнинг морфометрик маълумотлари кўлнинг ҳажми, чуқурлиги, дарё ўзанидаги эрозияга мойил майдоннинг параметрлари, тошқин суви таркибидаги жинсларнинг механик параметри (ξ (X_i) м/с²), суюқликнинг ишқаланиш коэффициентини (μ (M_n)) ва бошқалардан иборатдир [SLF]. RAMMS дастурида сув тошқини симуляцияси орқали қуйидагиларни аниқлаш мумкин: (i) сув тошқинининг етиб бориш масофаси ва вақти; (ii) сув тошқин майдони бўйлаб исталган жойдаги сувнинг сатҳи, тезлиги ва босими; (iii) геологик ва геотехник билимлар (маълумотлар)га таянган ҳолда тоғ кўллари тўғонининг ўпирилиш сценарийлари; (iv) тоғ кўллари тўғонининг ўпирилиш сценарийларини моделлаштириш; (v) ҳудуд бўйича чекланган маълумотлар билан ҳам сув тошқини хавфи харитасини ишлаб чиқиш.

Сирдарё ҳавзасида жойлашган Писком дарёси ҳавзасидаги кўлларнинг сони 110 тани (умумий майдони 1,8 км²), шундан 35 таси (1,5 км²) кулама тўғонли кўллар ва 75 таси морена ва музлик кўллари (0,3 км²) ташкил этади. Кичик кўллар (2000 м² дан кам) барча кўлларнинг 45% ни ташкил қилади. Музлик кўлларнинг асосий қисми (68%) 3400-3700 м, кулама тўғонли кўллар эса (11%) 2300-2700 м баландликда жойлашган [Semakova & Semakov, 2017].

Писком дарёси ҳавзасининг энг йирик кўллари Шовуркўл, Катта Ихнач, Қуйи (ёки Кичик) Ихнач ва Кўксу кўллари ҳисобланади. Мазкур дарё ҳавзасида Катта Ихнач кўли жиддий эътибор талаб қилади, чунки бу ерда сўнгги йилларда тўғон танасида доимий равишда янги чуқурликлар ва ювилишлар кузатилмоқда. Айниқса, июль-август ойларида ҳавзада қор ва музликларнинг интенсив эриши натижасида кўлда максимал сув сатҳи кузатилади (1-расм). Кўл тўғони ёғингарчилик миқдорининг меъёрдан ортиқ ёғиши, кўчки оқибатида ёки эҳтимолий кучли zilzila вақтида тўғон танасидан сув массасининг сизиб чиқиши натижасида ўпирилиб кетиши мумкин [Глазырин и др., 2012].

Тоғ кўллариининг, хусусан, музлик кўлларнинг сув сатҳи йил фаслларида ёки йилдан-йилга сезиларли даражада ўзгаради. Хусусан, Ихнач кўллари сув сатҳи ва майдонининг мавсумий ўзгаришини 1-расмда кузатиш мумкин. Бу ерда йилнинг қиш ва ёз ойларида сув сатҳининг динамик ўзгариши дарё ва сойларнинг гидрологик режими ва музликларнинг эриш даври билан боғлиқ ҳисобланади.



1-расм. Катта Ихнач ва Қуйи Ихнач кўлларидаги майдонининг мавсумий ўзгариши [Petrov et al., 2017]

Рис. 1. Сезонное изменение площади озер Большой Ихнач и Малый Ихнач [Petrov et al., 2017]

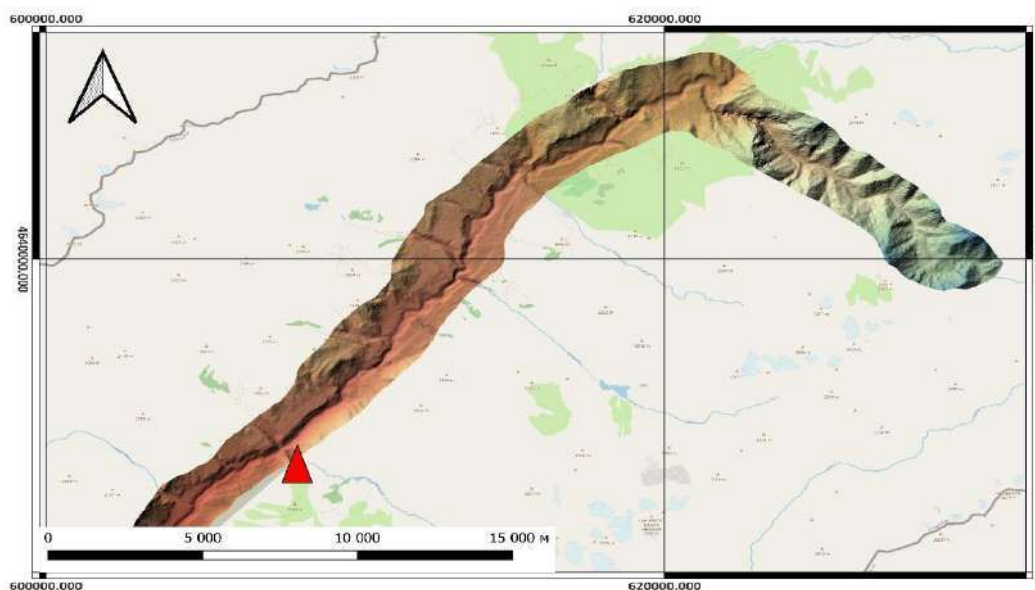
Fig. 1. Seasonal changes of the areas of the lakes of Great Ikhnach and Small Ikhnach [Petrov et al., 2017]

Кўлнинг сув балансини ҳисоблаш тўғон танасидан фильтрация бўладиган сув сарфининг интенсивлигини аниқлаш имконини беради. Бу кўлдаги сув сатҳининг ўзгариш кўрсаткичлари билан тўғон устидан оқётган сув сарфини ҳисоблаш ёрдамида амалга оширилади. Шунингдек, Катта Ихнач кўлидаги сувнинг ҳарорати ва оқими тўғрисидаги

маълумотлардан фойдаланган ҳолда морена музлигининг эриш тезлигини ҳам тахминий баҳолаш мумкин [Глазырин и др., 2012].

Катта Ихнач (максимал чуқурлиги 52 м) ва Қуйи Ихнач (максимал чуқурлиги 21 м) кўллари умумий сув ҳажми 5,5 млн. м³ ни ташкил этади. Катта Ихнач кўли (тўлик тўлганда) қуйидаги морфометрик кўрсаткичларга эга: юза майдони – 0,33 км², ҳажми – 4,8 млн. м³, узунлиги – 1,52 км, ўртача чуқурлиги – 14,5 м, максимал чуқурлиги эса – 52 м, сув йиғиш майдони – 37,2 км² ни ташкил этади [Petrov et al., 2017]. А.М.Никитин ва В.П.Пушкаренокнинг умумий хулосалари бўйича Катта Ихнач кўлининг тўғони тоғнинг чап ён бағридан юзага келган кўчки натижасида ҳосил бўлган. Қуйи Ихнач кўли морена ортидаги музликнинг чекиниши натижасида ҳосил бўлган бўлиб, асосан юқорида жойлашган кўл тўғонидан фильтрация бўлган сувлар ҳисобига тўйинади. Қуйи Ихнач кўлидан оқим очик ўзан орқали чиқади. Катта Ихнач кўли тўғони бўйлаб кенглиги 10 м гача ва чуқурлиги 3 м гача бўлган оқим майдони мавжуд бўлиб, у орқали юқори кўлдаги сув пастки кўлга қараб оқади ва бу юза оқим фақат юқори кўл деярли тўлик тўлганда кузатилади [Глазырин и др., 2012].

Катта Ихнач ва Қуйи Ихнач кўллариининг дарё ҳавзаси рельефининг рақамли модели USGS (*The United States Geological Survey*) сайтидан Sentinel-1 ва NASA (*National Aeronautics and Space Administration*)нинг ALOS POLSAR сунъий йўлдошлари маълумотлар базасидан юклаб олинди. Рельефининг рақамли модели QGIS дастурига юкланиб, маълумотлар мазкур дастурда қайта ишланди (2-расм).



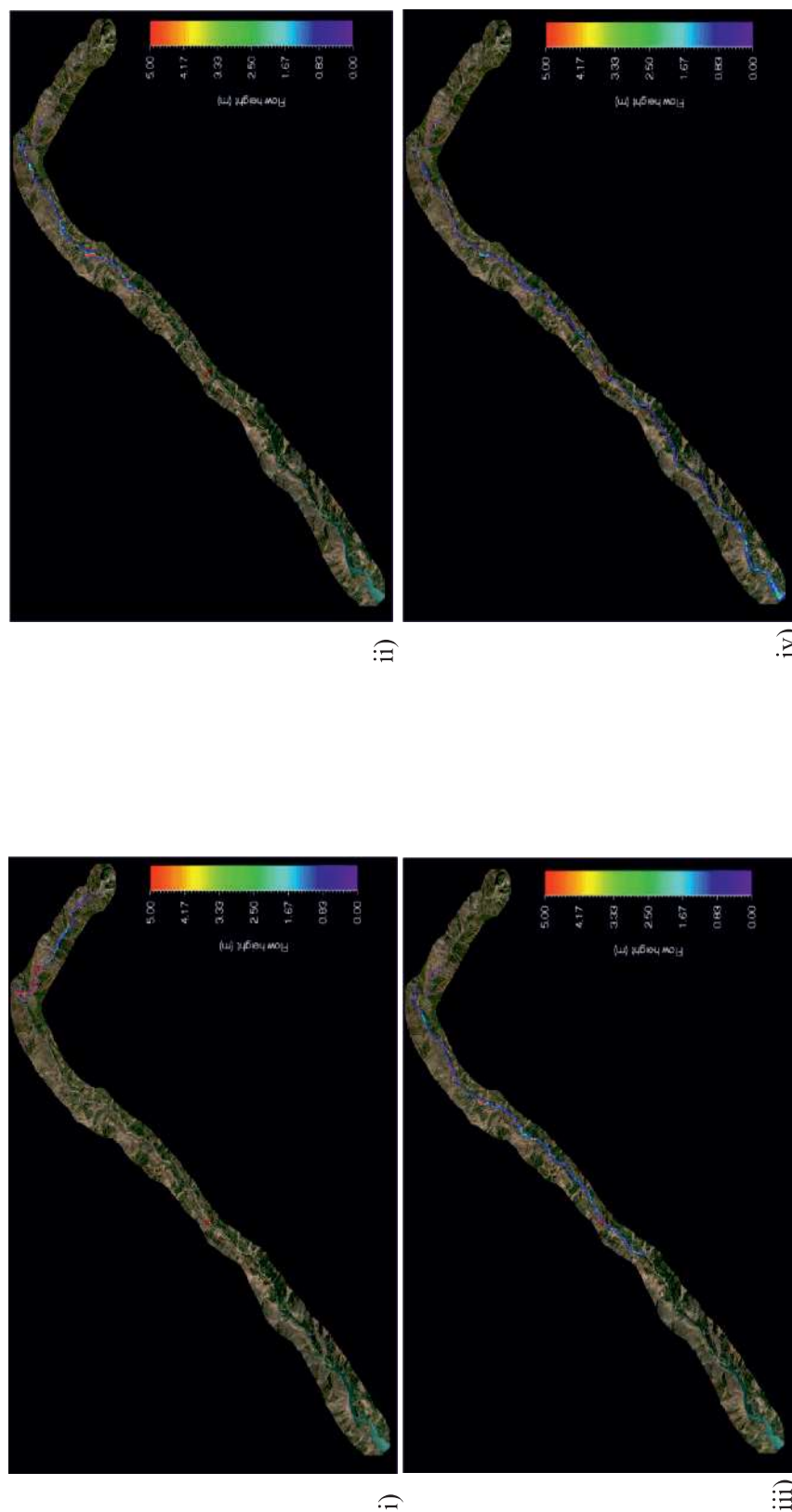
2-расм. Ихнач кўллари ҳавзаси рельефининг рақамли модели [ASF]

Рис. 2. Цифровая модель рельефа бассейна Ихначских озер [ASF]

Fig. 2. Digital elevation model of the Ikhnach lakes basin [ASF]

Тадқиқот ишида RAMMS дастурига қуйидаги морфометрик маълумотлар киритилди: рельефининг рақамли моделининг аниқлик масофаси – 50 м, тошқин сувининг умумий ҳажми – 5,5 млн. м³, эрозия майдони – 1600 м × 1,5 м, тошқин суви таркибидаги жинсларнинг механик параметри ξ – 1000 м/с², суюқликнинг ишқаланиш коэффициенти μ – 0,05, маълумотларни сақлаш частотаси – 400 сек.

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Ихнач кўллариининг эҳтимолий сув тошқинини RAMMS дастуриининг *Debrisflow* модулида симуляцияси натижаси (3-расм) бўйича қуйидаги кўрсаткичлар олинди: (i) сув тошқинининг ГЭС ҳудудига етиб

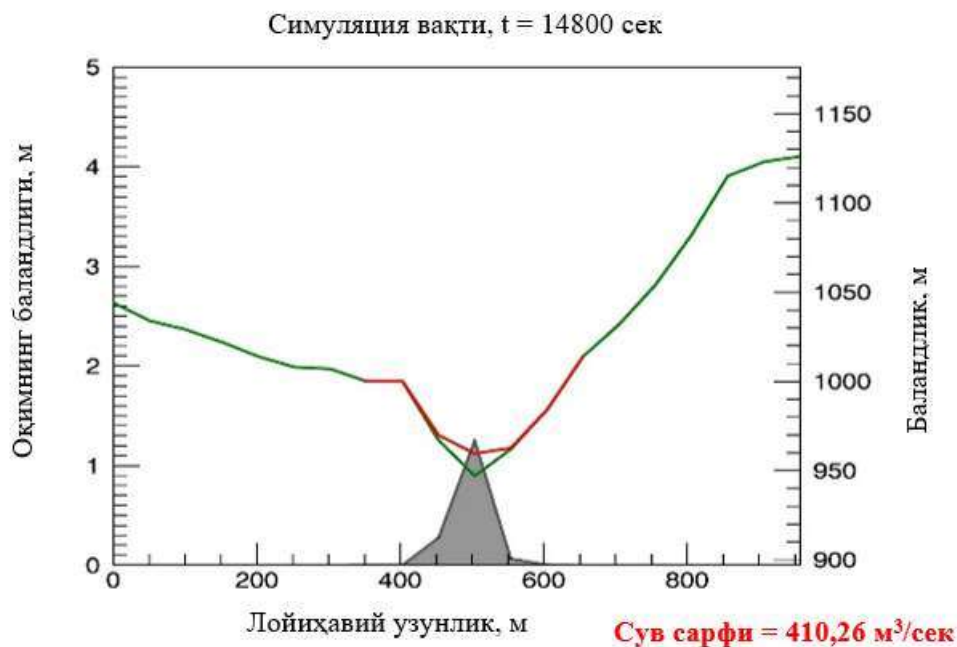


3-расм. RAMMS дастурида Ихнач қўлларилинг эҳтимолий сув тошқини симуляцияси: Тошқин сувининг i) Писком дарёсига қуйилиши; ii) Писком дарёси бўйлаб оқиши; iii) қурилайётган ГЭС худудига етиб бориши; iv) Писком дарёсининг Чорвок сув омборига қуйилиш қисмига етиб бориши

Рис. 3. Вероятностное моделирование паводка на озерах Ихнач в программе RAMMS: поток паводковой воды i) впадение в реку Пскем; ii) течение вдоль реки Пскем; iii) достижение территории строящейся ГЭС; iv) достижение части реки Пскем, впадающей в Чарвакское водохранилище

Fig. 3. Probabilistic modeling of the flood on the lakes of Ikhnach in the RAMMS program: flood water flow i) confluence with the Pskem River; ii) flow along the Pskem River; iii) reaches the territory of the hydroelectric power plant under construction; iv) reaches the part of the Pskem River that flows into the Charvak Reservoir

келиш вақти – 6000 сек \approx 1,66 соат; (ii) тошқин сувининг ГЭС худудидаги максимал сув сарфи – 410 м³/сек; (iii) ГЭС худудидаги тошқин сувининг баландлиги – 1,2 м (4-расм); (iv) Катта Ихнач ва Қуйи Ихнач қўлларида ГЭС худудигача бўлган масофа – 33750 метр.



4-расм. Писком ГЭС худудида сув тошқинининг баландлиги ва сув сарфи графиги

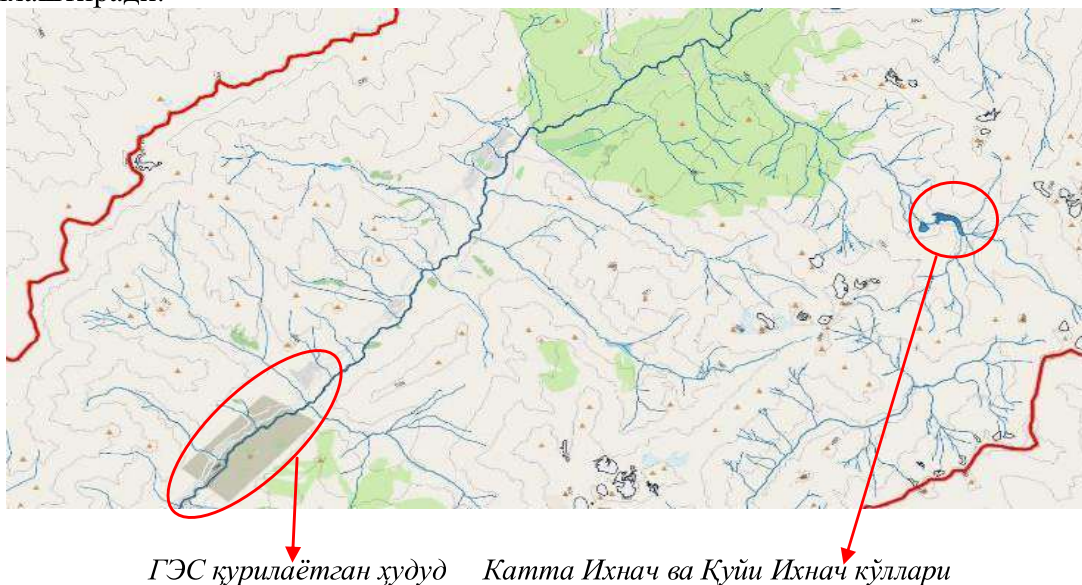
Рис. 4. График уровня паводка и расхода воды на территории Пскемской ГЭС

Fig. 4. Graph of flood height and discharge in the territory of the HPP Pskem

Олинган натижалар Катта Ихнач ва Қуйи Ихнач қўллари эҳтимолий сув тошқинининг аҳоли яшаш худудига потенциал хавф-хатари мавжуд эмаслигини кўрсатади. Боиси, Писком дарёсининг изогипсларда ифодаланган топографик картасида дарё ўзани қирғоғига энг яқин бўлган аҳоли яшаш пункти (Беш-кулча) денгиз сатҳидан 800-900 м дан баландда жойлашганини кўриш мумкин (5-расм). Сув тошқини Писком дарёсининг Чорвоқ сув омборига қуйилиш қисмига \approx 4 соат (14800 сек)да етиб бориши аниқланди (4-расм). Катта Ихнач ва Қуйи Ихнач қўлларида Писком дарёсининг Чорвоқ сув омборига қуйилиш қисмигача бўлган масофа 53900 м ни ташкил этади. Лекин, катта Ихнач ва Қуйи Ихнач қўлларида юзага келиши мумкин бўлган сув тошқини Писком дарёси хавзасида қурилаётган ГЭС ва унинг муҳандислик инфратузилмалари мустаҳкамлигига ҳамда уларни эксплуатация қилиш жараёнига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Шунинг учун сел тўхтатувчи гидротехника иншоотларини лойиҳалашда RAMMS дастурида моделлаштирилган тошқин сувининг кўрсаткичларини инобатга олиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Эҳтимолий сув тошқинининг дастлабки натижаси бўйича дастур имкониятлари таҳлил қилинди ва дастурга боғлиқ бўлмаган, аммо симуляция сифатига таъсир этувчи рельефнинг рақамли моделини олишда техник муаммолар мавжуд эканлиги аниқланди. Яъни, ҳозирги вақтда юклаш имкони мавжуд бўлган очик манбалардаги рельефнинг рақамли моделини аниқлик даражаси 12,5 м ни ташкил этади (2-расмга қаранг). Бу эса, тадқиқот объекти бўлган тоғ қўллари хавзасидаги дарё ўзанининг эни 12,5 м дан кам бўлган айрим жойларда сув тошқини симуляцияси кўрсаткичларининг ишончли бўлишига салбий таъсир кўрсатади. RAMMS дастурининг *Debrisflow* модулида тоғ қўллари

тўғонининг ўпирилиши натижасида юзага келадиган сув тошқини потенциал хавфини баҳолашда қуйидаги имкониятларга эга, яъни: (1) тошқин сувининг етиб бориш масофаси (худудини), вақт бўйича маълумотларни кўрсатиб беради; (2) сув тошқини майдони бўйлаб исталган жойдаги сувнинг сатҳи, сувнинг босими ва сувнинг тезлигини юқори аниқликда кўрсатади. Шу билан биргаликда мазкур дастур имкониятларининг чекланганлиги сифатида қуйидагиларни келтириш мумкин: (1) дастур фақат тоғ олди ва тоғли зоналарда жойлашган қўлларнинг эҳтимолий сув тошқинини симуляциясини кўрсатиб беради; (2) дастур ёгингарчилик бўйича маълумотларни ҳисобга олмайди, яъни, сел тошқинларини симуляция қилишнинг имкони мавжуд эмас; (3) дарёнинг сув сарфини ҳисобга олмайди, яъни, рельефнинг рақамли модели дарё сувнинг юза қисмини шифрлаши натижасида дастур тошқин сувини дарё сувининг юза қисмидан моделлаштиради.



5-расм. Писком ГЭС ҳудуди ва Ихнач кўлларининг жойлашган ўрни [OSM]

Рис. 5. Географические положения Пскемской ГЭС и Ихначеских озер [OSM]

Fig. 5. Geographical location of Pskem HPP and the Ikhnach lakes [OSM]

Хулоса.

1. Тоғ қўлларида юзага келиши мумкин бўлган сув тошқинининг етиб бориш масофаси ва вақтини аниқлаш орқали потенциал талофат ҳудудларини хавфлилик даражаси бўйича зоналаштириш ва хавф-хатар харитасини тузиш имкони яратилди.

2. Тоғ қўлларида юзага келиши мумкин бўлган сув тошқини майдони бўйлаб исталган жойдаги сувнинг сатҳи, сувнинг босими ва сувнинг тезлигини аниқлаш орқали муҳандислик муҳофаза иншоотларининг оптимал ечимларини танлаш, тоғолди ҳудудларда ижтимоий, иқтисодий, сайёҳлик ва яқка тартибдаги аҳоли яшаш объектларини хавфсиз ҳудудларда қуришни лойиҳалаштириш, шунингдек, уларни қуришда конструкцияларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари чегарасини белгилаш каби имкониятлар яратилди.

3. RAMMS дастурининг *Debrisflow* модулида Ихнач кўлларининг эҳтимолий сув тошқинини вақт ва ҳудуд бўйича тарқалишини баҳолаш орқали юзага келиши мумкин бўлган фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва талофат миқдорини камайтириш

чора-тадбирларини ишлаб чиқиш ҳамда кутқарув тузилмаларининг куч ва воситаларидан самарали фойдаланиш имконияти яратилди.

Муаллифлар ҳиссаси. **Д.М. Жунсалиев:** мақола ғояси, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Ғ.Ў. Умирзаков:** мақола ғоясини қўллаш, маълумотларни қайта ишлаш. **А. Чикойра:** дастурнинг қўлланилишида илмий маслаҳатлар бериш, мақола ғоясини қўллаш. **Т.Ю. Сабитов:** дастурда симуляцияларни ишлаб чиқиш, маълумотларни киритиш. **Э.Р. Семакова:** маълумотлар таҳлили, мақола ғоясини қўллаш. **Ҳ.А. Мамиров:** адабиётлар билан таъминлаш, мақола ғоясини қўллаш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

Миннатдорлик. Ушбу мақола Адаптация фонди томонидан молиялаштирилган GLOFCA (Glacier lake outburst flow in Central Asia) халқаро илмий-амалий лойиҳаси доирасида амалга оширилди. Муаллифлар GLOFCA лойиҳасининг координаторлари (UNESCO) ва халқаро ҳамкорлари (Цюрих уриверситети)га ўз миннатдорчилигини билдиради.

АДАБИЁТЛАР

Глазырин Г.Е., Северский И.В., Хергет Ю., Касаткин Н.А. Исследование озер, погруженных оползнями и моренами на Западном Тянь-Шане. Вопросы Географии и Геоэкологии, Алматы. № 2. – 2012. – 53-61 с.

Муракаев Р.Р., Старыгин Г.Н., Шамсутдинов В.Н. Гляциальные озера в бассейнах рек, несущих воду на территорию Узбекистана. - Тр. НИГМИ. Вып. 3(248). – 2004. – 119-124 с.

Пьянков С.В. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений: монография / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – 148 с. http://gis.psu.ru/wp-content/uploads/2018/01/Pyankov_Shikhov_print_compressed.pdf

Расулов А.Р., Хикматов Ф.Х., Айтбоев Д.П. Гидрология асослари. – Тошкент: ЎзМУ. – 2003. – 328 б.

РКООНИК, 2008. Второе национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Ўзгидромет. – 2008. – 198 с. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC_Uzbekistan_under_UNFCCC_rus.pdf?download

Konovalov V.G. Remote sensing monitoring of the outburst hazardous lakes in Pamir. Earth's Cryosphere. 13(4). – 2009. – PP. 80–89.

Bartelt P., Bieler C., Bühler Y., Christen M., Deubelbeiss Y., Graf Ch., McArde B., Salz M., Schneider M. A numerical model for debris flows in research and practice. User Manual v1.7.0. Debris Flow. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF. 2017 - 116 p. https://ramms.slf.ch/ramms/downloads/RAMMS_DBF_Manual.pdf

Petrov M.A., Sabitov T.Y., Tomashevskaya I.G., Glazirin G.Ye., Chernomorets S.S., Savernyuk Ye.A., Tutubalina O.V., Petrakov D.A., Sokolov L.S., Dokukin M.D., Mountrakis G., Ruiz-Villanueva V., Stoffel M. Glacial lake inventory and lake outburst potential in Uzbekistan. Science of the Total Environment. № 592. 2017. – PP. 228-242. https://dendrolab.ch/wp-content/uploads/2018/10/Petrov_et_al_2017.pdf

Semakova E.R., Semakov D.G. On a possibility to use the remote sensing techniques for glaciological analysis in mountain regions of Uzbekistan. Лед и Снег. Vol. 57(2). 2017 – PP. 196-197.

Электрон ресурслар:

ASF (Alaska Satellite Facility): Ихнач қўллари ҳавзаси рельефининг рақамли модели.
URL: www.asf.alaska.edu (мурожаат санаси 14.05.2022)

OSM (Open Street Map): Писком ГЭС ҳудуди ва Ихнач қўллари жойлашган ўрни.
URL: www.openstreetmap.com (мурожаат санаси 10.03.2022)

SLF (Institut für Schnee-und Lawinenforschung / Institute for Snow and Avalanche Research).
URL: www.ramms.slf.ch (мурожаат санаси 24.04.2022)

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ВЕРОЯТНОГО НАВОДНЕНИЯ ИНХАЧСКИХ ОЗЕР****Д.М. ЖУНСАЛИЕВ¹, Г.У. УМИРЗАКОВ^{2,3}, А. ЧИКОЙРА⁴, Т.Ю. САБИТОВ²,
Э.Р. СЕМАКОВА⁵, Х.А. МАМИРОВ⁶**¹ Академия МЧС Республики Узбекистан, d.junsaliev@gmail.com² Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, g.umirzakov@gmail.com, tim7en@gmail.com³ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт⁴ Цюрихский университет Швейцарии, alessandro.cicoira@uzh.ch⁵ Институт астрономии имени Улугбека, ella9sem@gmail.com⁶ Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, hmamirov@inbox.ru

Аннотация. В статье разработана динамическая симуляция возможного паводкового стока от озер Большой Ихнач и Нижний Ихнач, расположенных в бассейне реки Пскем в Ташкентской области с помощью специальной программы по изучению опасных природных процессов. В исследовании оценено воздействие потенциальной опасности затопления на населенные пункты и инженерные сооружения.

Ключевые слова: прорыв ледникового озера, селевой поток, гидродинамическое моделирование, объект инженерной защиты, цифровая модель рельефа, программа RAMMS.

**SPATIO-TEMPORAL ASSESSMENT
OF THE POTENTIAL OUTBURST FLOOD OF IKHNACH LAKES****D.M. JUNSALIEV¹, G.U. UMIRZAKOV^{2,3}, A. CICOIRA⁴, T.YU. SABITOV²,
E.R. SEMAKOVA⁵, KH.A. MAMIROV⁶**¹ Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, d.junsaliev@gmail.com² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, g.umirzakov@gmail.com, tim7en@gmail.com³ Hydrometeorological Research Institute⁴ University of Zurich in Switzerland, alessandro.cicoira@uzh.ch⁵ Ulugbeg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences, ella9sem@gmail.com⁶ Institute of Geology and Geophysics named after H.M. Abdullaeva, hmamirov@inbox.ru

Abstract. In the article dynamic modeling of a possible flood runoff from the Large Ikhnach and Low Ikhnach lakes, located in the Pskem river basin of the Tashkent region, within the framework of a special program for the study of hazardous natural processes was developed. The study assessed the impact of potential flood hazards on human settlements and engineering structures.

Keywords: glacial lake outburst flood (GLOF), debris flow, hydrodynamic modeling, engineering protection object, digital elevation model, RAMMS software.

REFERENCES

Glazirin G.E., Severskiy I.V., Kherget Yu., Kasatkin N.A. Issledovanie ozer, pogrujennikh opolznyami i morenami na Zapadnom Tyan-Shane. [The study of lakes dammed by landslides and moraines on the Western Tien Shan] Voprosi Geografii i Geoekologii, Almati. № 2. – 2012. – 53-61 s. (in Russian)

Murakaev R.R., Starigin G.N., Shamsutdinov V.N. Glyatsialnie ozera v basseynah rek, nesushih vodu na territoriyu Uzbekistana [Glacial lakes in the basins of rivers incoming water to the territory of Uzbekistan]. - Tr. NIGMI. Vip. 3(248). – 2004. – 119-124 s. (in Russian)

Pyankov S.V. Geoinformatsionnoe obespechenie modelirovaniya gidrologicheskikh protsessov i yavleniy [Geoinformation support for modeling hydrological processes and phenomena] Monografiya / S.V. Pyankov, A.N. Shikhov; Perm. gos. nats. issled. un-t. – Perm, 2017. – 148 s. http://gis.psu.ru/wp-content/uploads/2018/01/Pyankov_Shikhov_print_compressed.pdf (in Russian)

Rasulov A.R., Hikmatov F.H., Aytboev D.P. Gidrologiya asoslar. [Fundamentals of Hydrology]. – Toshkent: UzMU. – 2003. – 328 b. (in Uzbek)

UNFCCC, 2008. Vtoroe natsionalnoe soobshenie Respubliki Uzbekistan po Ramochnoy Konventsii OON ob izmenenii klimata [The second national information of the Republic of Uzbekistan on the UN Framework Convention on Climate Change] Uzgidromet. – 2008. – 198 s. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC_Uzbekistan_under_UNFCCC_rus.pdf.download (in Russian)

Electronic sources:

ASF (Alaska Satellite Facility): DEM of Ikhnach lakes basin. URL: www.asf.alaska.edu (access date 14.05.2022)

OSM (Open Street Map): Location of Pskem HHP and Ikhnach lakes. URL: www.openstreetmap.com (access date 10.03.2022)

SLF (Institut für Schnee-und Lawinenforschung / Institute for Snow and Avalanche Research). URL: www.ramms.slf.ch (access date 24.04.2022)