станцияларида қайд этилган ҳаво ҳарорати ҳар ўн йилликда сезиларли даражада кўтарилган. Бундай кўтарилиш Анзоб довони метеорология станциясида ҳисоб даврида, 0,8 ^{0}C тенг бўлган;

2. Ҳавзада ҳаво ҳароратининг ўзгаришлари гуруҳ метеорологик станциялар маълумотлари асосида баҳоланди. Унга кўра, ҳавзада ўртача ҳаво ҳарорати гуруҳ бўйича сўнгги 60 йиллик даврда 0,7 °C га кўтарилганлиги аниқланди;

3. дастлабки 30 йилликда (1961-1990 йй.) дарё ҳавзасининг 3379÷2254 м баландликдаги қисмида ҳар ўн йилликда аниқланган ҳаво ҳароратининг қийматида бир оз фарқлар мавжуд бўлган. Ҳавзанинг 2254 м дан пастда жойлашган станцияларда эса ҳарорат фарқи сезилмаган. Ушбу ҳолат боғланишлар графикларидаги чизиқларнинг устма-уст тушганида яққол акс этган;

4. Ҳисоблаш ишлари 1991-2025 йиллар учун ҳам амалга оширилди. Ҳавзанинг баланд тоғли қисмида (3379÷2254 м) ҳар ўн йиллик бўйича аниқланган ҳаво ҳарорат орасидаги фарқлар кичик бўлса, баландликнинг нисбатан пасайиши (2254÷1015 м) билан ҳарорат фарқининг катта бўлганлиги аниқланди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. -Л.: Гидрометеоиздат, 1980. -350 с.
2. Жаҳон Метеорология Ташкилотининг янги маърузаси. 2018 й. http://old.xs.uz/index.php/homepage/khorizhda/item/12646-1.
3. Зияев Р.Р. Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув режими фазаларининг иқлим ўзгариши шароитидаги силжишлари. Геогр. ф. ф. д. ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2021. – 46 б.
4. Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Анализ атмосферных осадков базового и текущего климатических периодов по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик и сопредельных территорий // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – Тошкент, 2022. №3. – С. 30-43.
5. Изменчивость климата Средней Азии // Под ред. Ф.А. Муминова, С.И. Иногамовой. -Ташкент: САНИГМИ, 1995. -215 с.
6. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата. - Ташкент: НИГМИ, 2005. -40 с.
7. Спекторман Т.Ю. Оценка изменений основных климатических характеристик по территории Узбекистана // Труды НИГМИ. - 2006. - Вып. 6(251). - С. 13-30.
8. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. - Ташкент: «VORIS NASHRIYOT» MChJ, 2007. -133 с.
9. Чуб В. Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. - Ташкент: САНИГМИ, - 2000. - 252 с.
10. Ҳикматов Ф.Ҳ., ва бошқалар. Зарафшон дарёси ҳавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари. -Тошкент: «Fan va texnologiya», 2016. -276 б.

ТОҒ КЎЛЛАРИ ТЎҒОНЛАРИ ТАНАСИДА ҲОСИЛ БЎЛГАН ЎЙИҚЛАР ПАРАМЕТРЛАРИНИ ВА УЛАРДАН ОҚИБ ЧИҚИШИ МУМКИН БЎЛГАН МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Хикматов Б.Ф.
ЎзР Экология ва иқлим ўзгариши миллий қўмитаси, Green университети ҳузуридаги ГМИТИ, Тошкент, Ўзбекистон. E-mail: hikmatov_f@mai.ru,

Аннотация. Мақола тоғ кўллари тўғонлари танасида турли омиллар таъсирида ҳосил бўладиган ўйиқлар параметрларини ва улардан оқиб чиқиши мумкин бўлган эҳтимолий максимал сув сарфларини ҳисоблаш масалаларига бағишланган. Ҳисоблашлар, Ю.М.Денисов томонидан ишлаб чиқилган математик моделни қўллаган ҳолда, ўпирилиши хавфи мавжуд бўлган Қурбонкўл ва Катта Ихнач тўғонли қулама кўллар мисолида бажарилган.

Калит сўзлар: *тўғонли кўллар, тўғон танаси, ўпирилиш, ўйиқ параметрлари, максимал сув сарфи, математик модель, ҳисоблаш схемаси, аниқликни баҳолаш.*

Кириш. Бугунги кунда дунёнинг етакчи илмий марказларида сел оқимлари, тоғ ва қор кўчкилари, музликларнинг сурилиши, тоғ кўллари тўғонларининг ўпирилиши, улар шакллантирадиган сув тошқинлари, сел оыимлари каби хавфли гидрометеорологик ҳодисаларни тадқиқ этиш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ушбу офатлар орасида сув омили билан боғлиқ сел оқимлари ва тошқин хавфлари тез-тез такрорланиб туриши ва катта иқтисодий ҳамда инсонлар ўлими, шикастланишига олиб келиши билан алоҳида ажралиб туради. Шу сабабли, бугунги кунда тўғонлари ўпирилиши мавжуд бўлган баланд тоғ кўллари – тўғонли кўллардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфларини ҳисоблаш ҳамда уларнинг хавфини камайтиришга қаратилган чора-тадбирларни ишлаб чиқиш масалалари **долзарб** аҳамиятга эга.

Тўғонли кўлларнинг генезиси, кўл косаларининг морфометрияси ва морфологияси, сув сатҳи режими, сув баланси, термик режими, шунингдек, уларнинг сув ресурсларини миқдорий баҳолаш масалалари кўплаб олимларнинг тадқиқотларида кўриб чиқилган. Хусусан, бу муаммоларни ўрганишга собиқ Иттифоқ ва МДҲ мамлакатлари олимларидан Л.С.Берг, Б.Б.Богословский, Н.Л.Корженевский, Н.Г.Маллицкий, А.А.Молчанов, С.Д.Муравейский, М.А.Первухин, Н.Л.Фролова, К.К.Эдельштейн, П.О.Завьялов, А.М.Гареев кабилар, шунингдек, узоқ хориж мамлакатларидан F.A.Forel, C.E.Hounam, G.E.Hutchinson, E.E.Kuusisto, D.M.Mark, F.Ruttner ва бошқаларнинг тадқиқотлари бағишланган.

Ўзбекистонда ушбу муаммони ўрганишга қаратилган дастлабки тадқиқотлар О.Е.Агаханянц, З.М.Акрамов, А.А.Рафиков, А.М.Никитин, В.Н.Рейзвих, В.Е.Чуб, Н.Е.Горелкин каби олимлар томонидан амалга оширилган. Ҳозирги кунда кўлларни тадқиқ қилиш бўйича изланишларни С.В.Мягков, Ф.Ҳ.Ҳикматов, Д.П.Айтбаев, Р.Т.Пирназаров, И.В.Дергачева, Б.Ф.Ҳикматов ва бошқалар давом эттирмоқдалар. Ўзбекистон ва унга чегарадош тоғли ҳудудлардаги тўғони ўпирилиши хавфи бўлган кўлларни бевосита ўрганиш ва уларнинг хавфини камайтиришга бағишланган тадқиқотлар орасида Ю.М.Денисов, Ю.Хергет, Г.Е.Глазырин, С.В.Мягков, Ф.Ҳ.Ҳикматов, Р.Т.Пирназаров, И.В.Дергачева, Б.Ф.Хикматов ва бошқаларнинг изланишлари натижалари алоҳида ажралиб туради.

Ушбу тадқиқотнинг **асосий мақсади** тоғ кўллари тўғонлари танасида турли шароитларда шаклланган ўйиқларнинг гидравлик параметрларини ва улардан оқиб чиқиши мумкин бўлган эҳтимолий максимал сув сарфларини ҳисоблашдан иборат.

Тадқиқотда, қўйилган мақсаддан келиб чиқиб, мавзу билан бевосита боғлиқ бўлган қуйидаги иккита **вазифа** белгиланган: 1) сув оқими таъсирида кўл тўғонида ҳосил бўлган ўйиқнинг гидравлик параметрларини – кенглиги, баландлиги, кўндаланг кесими юзаси ўлчамларини аниқлаш; 2) уларга мос келувчи, яъни улардан оқиб ўтиши мумкин бўлган эҳтимолий сув сарфларини ҳисоблаш.

Тадқиқотда белгиланган вазифаларни ҳал қилиш учун, дастлаб, Ю.М.Денисов, В.М.Денисов, Г.Е.Глазырин, С.В.Мягков, И.В.Дергачева ва бошқалар томонидан таклиф этилган ҳисоблаш моделлари ва усуллари ўрганилди.

Бу жараёнда оддийдан мураккабга қараб бориш тамойилига амал қилди. Хусусан, биринчи навбатда, юқорида қайд этилган вазифалар ўйиқнинг тўғри тўртбурчакли, учбурчакли, трапециясимон кўндаланг кесим шакллари учун кўриб чиқилди. Кейинги босқичларда эса кўндаланг кесим шакллари параболик ва ихтиёрий деб фарз қилинди.

Барча босқичлардаги ҳисоблашлар Ю.М.Денисов таклиф этган моделни қўллаш асосида бажарилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Юқорида қайд этилганидек, тадқиқотда дастлаб, тўғон танасида сув оқими таъсирида тўғри тўртбурчак шаклида ҳосил бўлган ўйиқнинг кўндаланг кесими юзасини ҳисоблаш билан боғлиқ масала кўриб чиқилди.

Масаланинг ечимини таъминлаш мақсадида, Ю.М.Денисов моделига таянган ҳолда, қуйидаги белгилашларни киритамиз:

z – ҳисоб горизонталининг баландлиги, м;

t – ҳисоб вақти, минут ёки секунд;

$P(z,t)$ – ўйиқ кўндаланг кесимининг ҳисоб горизонтали z дан қуйида жойлашган қисмининг оний t вақтдаги юзаси, м^2;

$z_B(t)$– 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;

$\chi_p(z,t)$ – ўйиқнинг ҳисоб горизонтали z дан қуйидаги, оний t вақтдаги периметрининг узунлиги, м;

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

Қуйида, юқоридаги белгилашларга асосланган ҳолда, ўйиқнинг турли шакллари учун унинг кўндаланг кесими юзаси [$P_{(z,t)}$] ва сув сарфларини ҳисоблаш масалалари устида тўхталамиз.

Ўйиқ кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак шаклида. Юқоридаги белгилашларга асосан, ўйиқнинг z горизонталдан қуйида жойлашган кўндаланг кесимнинг юзаси оний t вақт учун қуйидаги ифода билан аниқланди:

$$P(z,t) = B_p(t) \cdot [z - z_{1p}(t)] \qquad (1)$$

Ўйиқ кўндаланг кесими юзасининг ушбу қийматини ҳисобга олган ҳолда, ундан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблаш қуйидаги ифода ёрдамида амалга оширилди:

$$Q_p(t) = \frac{4}{3}\sqrt{\frac{g}{2}} \cdot B_p(t) \cdot \left(z_B(t) - z_{1p}(t)\right)^{\frac{3}{2}}. \qquad (2)$$

Охирги (2) ифодадан кўриниб турибдики, $z_B(t)$ нинг турли қийматларида $z_{1p}(t)$ қанча кичик ва $B_p(t)$ қанча катта бўлса, ўйиқдан оқиб ўтадиган сув сарфи $Q_p(t)$ ҳам шунча катта бўлади. Қайд этиш лозимки, $z_{1p}(t)$ ва $B_p(t)$лар қийматларининг катталашиб бориши ўйиқ деворларининг сув оқими таъсирида ювилиш жадаллигига боғлиқ бўлади.

Ўйиқ трапецеидал шаклда. Бундай ҳолатда ўйиқ кўндаланг кесимининг оний t вақтда ҳисоб горизонтали z дан қуйида жойлашган қисмининг юзаси амалда қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

$$P(z,t) = B_p(z_{1P}(t),t)\cdot\left(z - z_{1P}(t)\right) + \frac{\left(z - z_{1P}(t)\right)^2}{tg\alpha}, \qquad (3)$$

бу ерда α – ўйиқ деворининг қиялик бурчаги.

Ушбу ҳолатда, трапецеидал шаклдаги ўйиқ кўндаланг кесими юзаси $P(z,t)$ нинг (3) ифодадаги қийматини ҳисобга олиб, сув сарфини ҳисоблаш учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$Q_p(t) = \frac{4}{3}\sqrt{\frac{g}{2}}B_p(z_{1P}(t),t)\cdot\left(z_B(t) - z_{1P}(t)\right)^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{tg\alpha}\cdot\frac{16}{15}\sqrt{\frac{g}{2}}\left(z_B(t) - z_{1P}(t)\right)^{\frac{5}{2}}. \quad (4)$$

Ўйиқ параболик шаклда. Тўғон танасидаги юқори қисми очиқ ҳолатдаги ўйиқнинг шакли параболик кўринишда бўлганда, унинг кўндаланг кесими юзаси қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

$$P(z,t) = \frac{4}{3}\sqrt{L(t)}\left(z - z_{1P}(t)\right)^{\frac{3}{2}}, \qquad (5)$$

бу ерда $L(t)$ – профессор Ю.М.Денисов томонидан таклиф этилган, узунлик ўлчамидаги параметр бўлиб, унинг қиймати ўйиқнинг вақт давомида ювилишига боғлиқ ҳолда ўзгариб боради.

Маълумки, X ва Z координаталар тизимида ушбу парабола қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$Z = z_p(x,t) = z_{1P}(t) + \frac{x^2}{L(t)}. \qquad (6)$$

Кўндаланг кесими параболик шаклдаги ўйиқ юзаси $P(z,t)$ни ҳисоблашнинг юқорида келтирилган (5) ифодасини ҳисобга олиб, ундан оқиб ўтадиган сув сарфи $Q_p(t)$ ни қуйидаги ифода билан ҳисоблаймиз:

$$Q_P(t) = \frac{4}{3}\sqrt{\frac{g}{2}}\sqrt{L(t)}\int_{z_{1P}(t)}^{z_B(t)}\sqrt{\frac{(z - z_{1P}(t))^3}{(z_B(t) - z)}}\cdot dz. \qquad (7)$$

Профессор Ю.М.Денисов ушбу интегралнинг қийматини аниқлашда унинг квадрат илдизи остидаги қийматини x ўзгарувчи билан белгилашни таклиф этган:

$$x = \frac{[z - z_{1P}(t)]}{[z_B(t) - z_{1P}(t)]}.$$

Ушбу ифодадан: $[z_B(t) - z_{1P}(t)]x = [z - z_{1P}(t)]$ ёки

$z = z_{1P}(t) + [z_B(t) - z_{1P}(t)]x$ ёки $dz = [z_B(t) - z_{1P}(t)]dx$

ифодага эга бўламиз.

Ушбу алмаштиришдан сўнг интегралашда унинг қуйи чегараси $x_1 = 0$, юқори чегараси эса $x_2 = 1$ га тенг бўлади. Ушбу алмаштиришларни ҳисобга олиб, юқоридаги (7) ифодани қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$Q_P(t) = \frac{4}{3}\sqrt{\frac{g}{2}L(t)}[z_B(t) - z_{1P}(t)]^2 \int_0^1 \sqrt{\frac{x}{(1-x)}} \cdot x \cdot dx \qquad (8)$$

Ушбу (8) ифодадаги аниқ интеграл ўзгармас миқдор бўлиб, унинг қиймати $\frac{3}{8}\pi$ га, яъни $\frac{3}{8}\pi = 1{,}17$ га тенг.

Ўйиқ параметрлари ва ундан оқиб ўтадиган сув сарфларини Қурбонкўл қулама тўғони мисолида ҳисоблаш.

Қуйида тадқиқот вазифаларидан бири ҳисобланган Қурбонкўл қулама тўғонида сув оқими таъсирида ҳосил бўлиши мумкин бўлган ўйиқ параметрларини ва ундан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблашни қуйидагича соддалаштирилган шароит учун кўриб чиқамиз:

1. Қурбонкўл қулама тўғонли кўлига $Q_P(t)$ сув сарфига эга бўлган фақатгина битта дарё – Кўксув қуйилади;

2. Қурбонкўл тўғони табиий хатар, яъни зилзила оқибатида тоғ қояларининг қулаб тушиши натижасида ҳосил бўлган. Ушбу қулашлар учта генерацияда содир бўлган, улар ҳосил қилган тўғон танасида эса сувни ўтказадиган туйнуклар йўқ. Кўлда ҳосил бўлган сув қуйи бьеф томон тўғон танасидан сизиб ўтади.

Лекин, кучли жала ёмғирлар ёки қор ҳамда музликларнинг жадал эриши натижасида, Кўксув дарёсида сув сарфи кўпайганда, кўл косаси сувга тўлиб, ортиқча сув тўғон устидан ошиб ўтиши мумкин. Бундай шароитда тўғон устида, рельефнинг энг паст нуқталари орқали сув тошиб ўтиб, ўйиқ ҳосил қилиши мумкин.

3. Тўғон устида сув оқими таъсирида ўйиқ ҳосил бўлиши ва ундан сувнинг оқиб ўтиши жараёнлари нисбатан қисқа вақтда рўй бериши туфайли кўл сув балансининг кирим ва чиқим қисмларини, дарё сувидаги лойқа оқизиқларнинг миқдорини ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Юқоридаги соддалаштиришлар, белгилашлар ва ҳисоблаш ифодаларига асосланган ҳолда, кўлда сувнинг $z_в$ сатҳи билан чегараланган қисмлари учун сув сарфи (Q_P), сув ҳажми $w(z)$, сувнинг оқиш тезлиги ($U_р$) ва ўйиқнинг кенглиги ($B_р$) аниқланди. (1-жадвал).

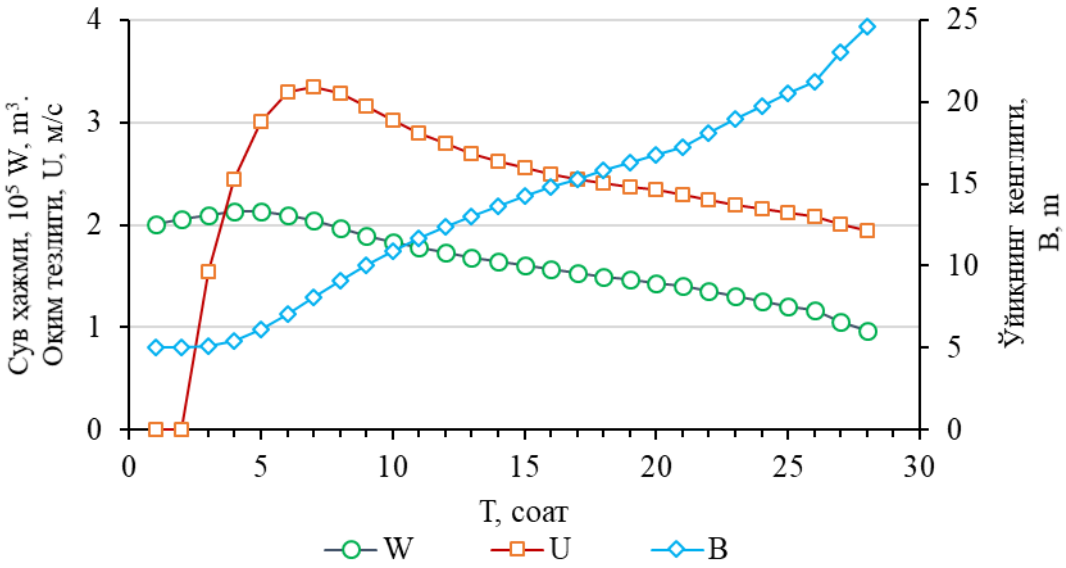
1-жадвал

Қулама кўл тўғони танасидаги ўйиқ гидрологик кўрсаткичларини Ю.М.Денисов модели асосида ҳисоблаш

Қадам	$z_в$, м	$z_{1р}$, м	Q_P, $м^3/с$	$w(z)$, $м^3$	$U_р$, м/с	$B_р$, м
0	20,00	20,50	0,000	200736	0,00	5,00
1	20,38	20,50	0,000	205407	0,00	5,00

2	20,73	20,46	2,149	209786	1,54	5,09
3	20,97	20,28	9,128	212743	2,45	5,44
4	20,98	19,94	19,10	212878	3,01	6,12
5	20,72	19,48	28,85	209648	3,29	7,05
6	20,25	18,96	34,98	203821	3,35	8,08
7	19,69	18,45	36,93	196888	3,28	9,10
8	19,24	17,98	36,24	189991	3,16	10,04
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
35	11,98	11,51	21,37	106047	2,01	22,98
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
40	11,14	10,71	20,87	96701	1,95	24,59

Юқоридаги ҳисоблашлар натижалари келтирилган жадвал маълумотлари асосида жараённи график кўринишида тасвирлаш мумкин (1-расм).



1-расм. Қулама тўғон танасидаги ўйиқ кўрсаткичлари – сув ҳажми, оқим тезлиги ва ўйиқ кенглигининг ўзгаришлари

Ушбу график таҳлилларига асосан қуйидаги **хулосаларни** қайд этамиз: 1) қулама кўлдаги энг катта сув сатҳи ва унга мос равишда энг катта сув ҳажми вақт бўйича ҳисоблашларнинг тўртинчи қадамига мос келади; 2) ўйиқдан ўтаётган сув оқимининг максимал тезлиги v_{max} олтинчи қадамда кузатилади; 3) ўйиқдан ўтаётган максимал сув сарфи Q_{max} эса еттинчи қадамга тегишлидир.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Денисов Ю.М. О расчете максимальных расходов воды дождевых паводков // Тр. САРНИГМИ. – М.:Гидрометеоиздат, 1986. – С.23-43.

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

3. Дергачева И.В. Плотницкая Ю.А. Селе-поводковые явления Узбекистана. –Ташкент: «RedGrey», 2024. – 324 с.

4. Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов горных рек. –Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 184 с.

5. Ҳикматов Б.Ф. Дарёлар ва тўғонли сув ҳавзаларидан оқиб чиқадиган эҳтимолий максимал сув сарфларини ҳисоблаш. – Тошкент: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2023. – 184 б.

O‘ZBEKISTONDA ENERGIYA VA SUV TA’MINOTINI MASOFADAN BOSHQARISH

Murodov S.B., Eshmanov H.N., Egamnazarov K.T.
Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zMU 1-bosqich magistrantlari,
Toshkent, O’zbekiston. E-mail: sobitjonmuratov@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada O‘zbekistonda energiya va suv ta’minotini masofadan boshqarishga asoslangan integratsiyalashgan texnologik model ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda tizimli yondashuv va texnologik modellashtirish usullaridan foydalanilgan. Qishloq hududlari uchun energiya va suv ta’minoti jarayonlarini masofadan monitoring qilish hamda UVC asosidagi suvni dezinfeksiya qilish texnologiyasini mahalliy sharoitga moslashtirish ko‘zda tutilgan. Taklif etilayotgan model suv va energiya infratuzilmasini raqamlashtirish hamda chekka hududlarda energiya va suv resurslaridan foydalanishni boshqarish uchun amaliy asos yaratadi.*

Kalit so‘zlar: *suv ta’minoti, energiya ta’minoti, masofadan boshqarish, quyosh energiyasi, UVC-LED, suvni dezinfeksiya qilish, IoT, monitoring.*

Kirish. Suv va energiya ta’minoti hududlarning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi hamda aholi turmush sifatini belgilovchi muhim infratuzilmaviy omillardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda, suvni olish, uni nasos orqali uzatish va tozalash jarayonlari energiya resurslarini talab qilganligi sababli suv va energiya tizimlarini o‘zaro bog‘liq holda boshqarish zarurati ortib bormoqda. Ayniqsa, markazlashgan infratuzilma imkoniyatlari cheklangan qishloq va chekka hududlarda ushbu masala yanada muhim ahamiyat kasb etadi. O‘zbekiston sharoitida quyosh energiyasidan foydalanish, suvni tozalash va zamonaviy raqamli monitoring texnologiyalarini birlashtirish suv va energiya ta’minotining barqarorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin. Shu nuqtayi nazardan, O‘zbekistonda energiya va suv ta’minotini masofadan turib boshqarish mavzui dolzarb ilmiy-amaliy yo‘nalishlardan biridir.

Tadqiqotning asosiy maqsadi O‘zbekiston sharoitida energiya va suv ta’minotini masofadan boshqarishning integratsiyalashgan texnologik modelini asoslash hamda quyosh energiyasi, suvni tozalash va raqamli monitoring tizimlarini yagona boshqaruv arxitekturasiga birlashtirish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning obyekti sifatida O‘zbekistonda suv va energiya ta’minotining, xususan, qishloq va chekka hududlarda foydalanish mumkin bo‘lgan avtonom hamda raqamli boshqariladigan tizimlari tanlab olingan. Ishning tadqiqotning predmeti esa, quyosh fotoelektrik energiyasi, energiya saqlash qurilmalari, suv nasosi, suvni dastlabki filtrlash, UVC-LED dezinfeksiya va masofaviy monitoring texnologiyalarini o‘zaro integratsiyalash hamda ularni yagona boshqaruv tizimi sifatida tashkil etish jarayonlari hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotda tizimli tahlil, texnologik modellashtirish, funksional integratsiya, taqqoslash va ilmiy umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Tizimli tahlil yordamida suv va energiya ta’minotining o‘zaro bog‘liqligi o‘rganildi; texnologik