

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

БАЙМАНОВ РУСЛАН КЕНЕСБАЕВИЧ

**ПАСТ БОСИМЛИ ТЎҒОНЛАРНИНГ ЮҚОРИ БЎЕФИДАГИ ҚАЙТА
ШАКЛЛАНИШ ҚОНУНИЯТЛАРИНИ ВА ҲИСОБЛАШ
УСУЛЛАРИНИ ИЛМИЙ АСОСЛАШ**

05.09.07 - Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2021

УЎК: 556.5:626-31:627.43 (575.172)(043.3)

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Байманов Руслан Кенесбаевич

Паст босимли тўғонларнинг юқори бьефидаги қайта шаклланиш
қонуниятларини ва ҳисоблаш усулларини илмий асослаш..... 3

Байманов Руслан Кенесбаевич

Научное обоснование закономерности и методов расчета русловых
переформирования верхнего бьефа низконапорных гидроузлов..... 23

Baimanov Ruslan Kenesbaevich

Scientific substantiation of regularities and methods for calculation of running
reforms the upper buffer of low-pressure dams..... 43

Список опубликованных работ

Эълон қилинган ишлар рўйхати
List of published works..... 47

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

БАЙМАНОВ РУСЛАН КЕНЕСБАЕВИЧ

**ПАСТ БОСИМЛИ ТЎҒОНЛАРНИНГ ЮҚОРИ БЎЕФИДАГИ ҚАЙТА
ШАКЛЛАНИШ ҚОНУНИЯТЛАРИНИ ВА ҲИСОБЛАШ
УСУЛЛАРИНИ ИЛМИЙ АСОСЛАШ**

05.09.07 - Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2021

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда дарё гидроузелларининг юқори бьефидаги ўзан жараёнларини баҳолаш ҳамда башорат қилиш технологияларини қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида гидроузеллардан самарали фойдаланишда юқори бьефларининг лойқа босиши ва тўлишини олдини олиш технологияларини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан дарёлардаги паст босимли сув олиш гидроузелларининг хавфсиз ва самарали ишлашини таъминловчи технологияларидан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда деформацион жараёнларни ҳисоблаш усуллари, гидроузелларни жойлаштириш ва юқори бьефдаги ўзан жараёнларини баҳолаш бўйича назарий ва конструктив ечимларни ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, паст босимли тўғонларнинг юқори бьефидаги ўзанларни қайта шаклланишини ҳисоблаш усуллари ва қонуниятларини баҳолаш, уларни эксплуатация қилиш режимини такомиллаштириш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб боришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада мавжуд гидротехник иншоотлар, гидроэлектростанциялар, дарё ва сув олиш гидроузелларининг хавфсиз ишлашини таъминлашда ўзан жараёнларини бошқариш ва гидроузелларни эксплуатация қилиш режимларини такомиллаштириш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш Стратегиясида, жумладан «... миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш учун мелиорация тармоқларини ва ирригация иншоотларини янада ривожлантириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларини амалга оширишда, жумладан, ўзан деформацияланишини баҳолаш усуллариини такомиллаштириш, паст босимли тўғоннинг юқори бьефида қайта шаклланиш босқичини ўрнатиш ва гидроузелларни эксплуатация қилиш режимини такомиллаштириш дарё ва сув олиш гидроузелларни лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация қилиш, шунингдек сув объектларини лойқа босишини олдини олиш ва камайтириш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони, 2017 йил 25 сентябрдаги ПҚ-3286-сон «Сув объектларини муҳофаза қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида», 2018 йил 17 апрелдаги ПҚ-3672-сон «Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги фаолиятини ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисидаги Фармони.

мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳит муҳофазаси» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Оқимнинг турбулентлиги асосида лойқа чўкиндилярни ташувчанлик қобилияти билан чет эл тадқиқотчилар Г.А.Эйнштейн, Т.Тейлор, Ф.Орт, Ж.Стиван, Д.Б.Саймонс, Е.В.Ричардсон, У.М.Борланд, А.Д.Мейер, М.Бруне, У.Кир каби олимлар шуғулланишган. Турбулент оқим моделини ва ўзан турбулентлигининг статистик тавсифларини яратиш бўйича тадқиқотлар Н.Е.Жуковский, А.Н.Гостунский, М.А.Великанов, В.Н.Гончаров, А.С.Абразовский, Н.М.Бернадский, Ж.Комте - Беллон, А.Б. Клавен, Ж. Лауфер, С. Чен, Д.И. Гринвалд, Н.А.Михайлова, Е.М.Минскийлар томонидан олиб борилган.

Ўзан жараёнларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш билан М.А.Великанов, Г.И.Шамов, Н.Е.Кондратьев, И.В.Попов, К.И.Россинский, И.А.Кузьмин, М.А.Мостков, В.М.Лятхер, А.М.Мухамедов, Х.Ш.Шапиро, С.Т.Алтунин, И.А.Бузунов, В.С.Лапшенков, В.Н.Шолохов, Х.А.Исмагилов, К.Ш.Латипов, Д.Р.Базаров каби олимлар илмий тадқиқотлар олиб боришган ва уларнинг ижобий натижалари амалиётга қўлланилиб келинмоқда.

Амалга оширилган тадқиқотлар асосида гидроузелларнинг юқори бьефидаги ўзан жараёнларини ўрганиш бўйича муайян ижобий натижаларга эришилган, аммо бу тадқиқотларда ўзан, оқим ва иншоотнинг ўзаро таъсирининг ўта мураккаблигини тавсифловчи ўзан жараёнлари, уларни башорат қилиш ва ҳисоб-китоблари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация иши Қорақалпоқ давлат университети илмий тадқиқот ишлари режасининг 3/14 «Иншоот юқори бьефидаги қайта шаклланиш қонуниятларини ҳисоблаш» (2014-2015 йй.), 2/2012 «Тахиатош гидроузелининг юқори бьефидаги лойқа босиш босқичида ўзан жараёнларини бошқариш» (2012-2014) ҳамда 1/2016 «Майяб каналининг реконструкция қилинган каналлар участкалари деформациясини ўрганиш» (2016-2017) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. Ўзан жараёнларини ҳисоблаш ва башорат қилиш усулларини илмий асослаш ҳамда паст босимли тўғоннинг юқори бьефидаги қайта шаклланиш қонуниятларини баҳолашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

дарёларнинг сувлиги, сув олиш сарфи, сув билан димланиш катталиги ва чўкинди концентрациясининг ўзгаришига боғлиқ равишда дарё

гидроузелларининг юқори бьефида ўзан жараёнларини шаклланишини асосий қонуниятларини аниқлаш;

барқарор бўлмаган ўзан билан ўзаро таъсирлашадиган, паст босимли тўғонда ўзаннинг қайта шаклланиши ҳақида тўлиқ тасаввурга эга бўлиш учун, ўзан деформацияси юз беришини сифат ва миқдор жиҳатдан баҳолаш;

паст босимли тўғоннинг юқори бьефидаги сувнинг ҳаракатланиш хусусиятларини инобатга олган ҳолда оқимнинг сув сатҳи нишаблиги ва димланиш эгри чизиғини ҳисоблаш усулини такомиллаштириш;

нисбий оқим лойқалиги, лойқа босиш майдони ва димланишни тарқалиш узунлигини инобатга олиб паст босимли тўғоннинг юқори бьефида ўзан жараёнларини шаклланиш босқичлари ва муддатларининг таснифини ишлаб чиқиш;

юқори бьефнинг лойқа билан тўлиши, лойқа босиш жараёнларини баҳолаш имконини берувчи димланган бьефлар узунлиги бўйича чўкиндиларнинг тақсимланиши ва узунлиги, лойқа босиш муддатларини ҳисобга олиб, паст босимли тўғоннинг юқори бьефида ўзан жараёнларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Амударёнинг қуйи оқимида қурилган Тахиатош гидроузелининг юқори бьефи олинган.

Тадқиқотнинг предмети Тахиатош паст босимли тўғоннинг юқори бьефида содир бўлган лойқа босиш, лойқа тўлиш ва ўзаннинг қайта шаклланиш жараёнлари ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида гидрометрия, гидравлика ва ўзан деформацияларини аниқлашнинг умум қабул қилинган услублар ҳамда ўзан оқимлари динамикаси учун назарий тенгламалар ва математик статистика усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

паст босимли шит тўғони юқори бьефидаги оқимнинг сув сатҳи нишаблиги ва димланиш эгри чизиғини ҳисоблаш усули оқимнинг беқарор ҳаракатини инобатга олиб такомиллаштирилган;

паст босимли тўғоннинг юқори бьефида ўзан жараёнларининг шаклланиш босқичлари ва муддатларини аниқлаш усули нисбий лойқалик, лойқа босиш майдони ва димланишнинг тарқалиш узунлигини инобатга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

паст босимли тўғоннинг юқори бьефида ўзаннинг лойқа босишини аниқлаш усули бьефлар узунлиги бўйича чўкиндиларнинг тақсимланиши, чўкинди концентрациясининг ўзгариши ва лойқа босиш муддатларини инобатга олиб ишлаб чиқилган;

паст босимли шит тўғонни ишончли эксплуатация қилиш имкониятини берувчи пионер хандакнинг гидравлик схемаси дарёнинг гидрологик режимини инобатга олиб ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

таклиф этилган илмий асосланган ҳисоблаш усуллари чўкинди ташиш, деформация ҳажми, ўзан жараёнлари боришининг зарур параметрларини аниқланган;

димланиш эгри чизикларини ҳисоблаш усули лойқа босиш ва лойқа тўлиш жараёнларида қўшимча сув босган жойлари аниқланган ва ерларнинг сув босишига қарши курашиш тадбирларини белгиланган;

ишлаб чиқилган ўзан жараёнларнинг босқичларни таснифи ва шаклланиш муддатлари 40 йилдан ортиқ эксплуатация қилиш давомида паст босимли гидроузелларнинг юқори бьефидаги ўзанининг қайта шаклланишини башорат қилинган;

паст босимли шит тўғонларининг ўтказувчанлиги ва сувлилиги коэффицентларининг соний қийматлари, эксплуатация қилиш вақтида уларнинг сув ўтказиш қобилиятини аниқланган;

кам ва кўп сув даврларда сув ташлашни мақбул маневрлаш схемаларини ва пастки бьеф ишини ўз ичига олувчи сув олиш ва шит тўғонларини эксплуатация қилиш шароитларини яхшилаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги табиий шароитларда аттестацияланган асбоблар ва ускуналар ёрдамида амалга ошириладиган умумий қабул қилинган усуллардан фойдаланиш, ҳамда замонавий усуллар билан статистик ишлов бериш, яъни ҳисобланган маълумотларни муаллифнинг ўлчаган маълумотлари ва бошқа тадқиқотчиларнинг дала маълумотлари билан таққослаб текширилгани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сув сатхи нишаблиги ва димланиш эгри чизигини ҳисоблаш усули, ўзан жараёнларининг шаклланиш босқичлари ва муддатларини аниқлаш усулини такомиллаштиришга ҳамда гидроузелларни эксплуатация қилишда юзага келадиган лойқа босиш ва лойқа тўлиш жараёнларининг босқичлари ва муддатларини ишлаб чиқишга ҳисса қўшадиган паст босимли гидроузелларининг юқори бьефида қайта шаклланиш жараёнлари асосларининг ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти дарё гидроузелларининг паст босимли шит тўғонларини ишончли эксплуатация қилиш имкониятини берувчи пионер хандакнинг гидравлик схемаси ҳамда уларни лойиҳалашда ва эксплуатация шароитида ўзанларни лойқа босиш ва лойқа тўлиш жараёнларини башорат қилишда ишлаб чиқилган гидравлик ҳисоблаш усулларида фойдаланиш имконияти билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Паст босимли тўғонларнинг юқори бьефида ўзан жараёнларини бошқариш бўйича олинган натижалар асосида:

юқори бьефдаги ўзан қайта шаклланишини башорат қилишнинг илмий асосланган усуллари ва шитли тўғоннинг сув ўтказиш қобилиятини аниқлашнинг гидравлик усули Марказий Осиё давлатлараро мувофиқлаштирувчи сув хўжалиги комиссияси хузуридаги «Амударё» хавзаси сув хўжалиги бирлашмаси Қуйи Амударё бошқармасининг Тахиатош паст босимли гидроузелида жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 28 октябрдаги 04/20-3221-сон маълумотномаси). Натижада гидроузелнинг юқори бьефида димланиш эгрилигининг тақсимланиш узунлиги ва ўзани лойқа тўлиш даражасини башорат қилиш имконини берган;

гидроузелнинг димланиш соҳасида дарёдаги ўзан жараёнларининг такомиллаштирилган ҳисоблаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги «UZGIP» масъулияти чекланган жамиятининг Қорақалпоқ шўъба ташкилоти томонидан реконструкция қилинган каналлардаги ўзан ростлаш иншоотларини лойihalашда жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 28 октябрдаги 04/20-3221-сон маълумотномаси). Натижада юқори бьефда ўзан жараёнларининг ишончли кўрсаткичларини олиш имкониятини берган;

каналлардаги сув олиш иншоотининг иш шароитини яхшилаш ва сув олиш иншооти таъсир соҳасида чўккан лойқа оқизикларини даврий ювишни ўтказиш бўйича тавсиялар Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Қуйи Амударё ирригация тизими бошқармасида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 28 октябрдаги 04/20-3221-сон маълумотномаси). Натижада сув олиш иншооти шароитини яхшилашга, дарёдан сув олиш хавфсизлигини таъминлаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларида 14 мақола, жумладан 10 та республика, 4 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 117 бетни ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида бажарилган тадқиқотларнинг долзарблиги асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети шакллантирилган, тадқиқотнинг республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги қайд этилган, тадқиқот усуллари, экспериментал ва амалий тадқиқотлар

натижалари баён этилган, тадқиқот натижаларининг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти ва янгилиги очиб берилган. Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши, ҳамда чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши хақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Дарё гидроузелларининг бьефларида ўзан жараёнларини назарий тадқиқ қилишнинг ҳозирги ҳолати»** деб номланган биринчи бобида паст босимли тўғонлар бьефларида ўзан жараёнларини ҳосил бўлиши ва шакллантириш механизмлари муаммосини ва уларнинг назарий асослари, бьефларни қайта шаклланиш схемалари, дарё гидроузелларининг юқори бьефларини лойқаланиши ва лойқа тўлишини ҳисоблашнинг асосий усуллари, замонавий ўрганилганлик даражасини таҳлили келтирилган, ҳамда кейинги тадқиқотларнинг вазифалари белгиланган.

Ҳозирги вақтда кўплаб тахминий усуллар ишлаб чиқилган ва уларни уч гуруҳга бўлиш мумкин: биринчи гуруҳ - бу эмпирик усуллар; иккинчи гуруҳ - баланс усуллари; учинчи гуруҳ - чўкиндани чўктириш қонунларига асосланган усуллар.

Марказий Осиё дарёлари учун дарё гидроузелларининг юқори бьефини лойқаланишини ҳисоблаш усуллариининг иккинчи ва учинчи гуруҳлари кенг тарқалган. Ушбу усулларга С.Т.Алтунин ва И.А.Бузунов, В.Н.Гончаров, И.И.Леви, В.С.Лапшенков, А.В.Караушев, К.И.Россинский, И.А.Кузмин, М.А.Шостков, А.М.Мухамедов, Ф.Ш.Мухамеджанов, В.А.Скрыльников, И.А.Шнеер, Г.И.Шамов, В.Н.Шолохов, Х.Ш.Шапиро, К.Ш.Латипов, К.И.Байманов, Х.А.Исмагилов, А.М.Арифжанов, Д.Р.Базаров каби олимлар усулларини мисол келтириш мумкин, улар кўплаб ижобий натижаларга эришдилар.

Шуни таъкидлаб ўтиш лозимки, гидроузелларнинг юқори бьефида лойқа тўлишини башорат қилиш лойқа босиш усулларига қараганда камроқдир. Айниқса паст босимли гидроузелларни эксплуатация қилиш амалиётида ҳозирги кунгача кўплаб қийинчиликлар ва лойқа тўлиш жараёнлари ўзани қайта шаклланиши билан боғлиқ салбий оқибатларга дуч келмоқда. Бундай шароитларда ўзан жараёнларини ўрганиш нисбатан долзарб бўлиб келмоқда.

Диссертациянинг **«Текисликдаги дарёларни паст босимли тўғонларининг гидравлик режимлари ва гидроузел компоновкасини жойлаштириш тадқиқоти»** деб номланган иккинчи бобида тўғонли сув олиш гидроузелларини жойлаштириш ва уларнинг гидравлик режимлари, шунингдек айрим паст босимли тўғонларнинг тиралган бьефларини лойқага тўлишини ҳисоблаш билан боғлиқ дала ва модель тадқиқотларини таҳлили келтирилган.

Мавжуд кўп сонли тўғонли сув олиш гидроузеллар **асосий уч турга ажратилиши мумкин**: тўғони фронтал жойлаштирилган сув олиш гидроузели (Ҳиндистон тури); кўндаланг циркуляция орқали сув олиш гидроузели (Фарғона тури); вертикал бўйича оқимнинг қатламларга ажралиш

принципи бўйича қурилган сув олиш гидроузели (Европа тури). Амалиётда нисбатан кўп тарқалган тур Фарғона тури бўлиб, ўзини ижобий тарафдан оқлади ва у муваффақиятли равишда каналларни йирик тубдаги чўкиндилардан ҳимоя қилади.

Паст босимли гидроузеллар шароитида (босими 3-6 м ва кенг фронтли) оқимни сутка давомида бошқариш ва чўкиндиларни аккумуляция қилиш учун юқори бьефда маълум фойдали хажмлар ҳосил қилинади. Гидроузелнинг кенг юқори бьефида тўлиқ лойқа босиши билан янги гидравлик шароитларида ҳаракатланиб юрвчи оқим эксплуатацион қийинчиликларга олиб келади. Катта сарфли даврларда фавқулодди вазиятда гидроузелни эксплуатация қилишнинг нормал режимини сезиларли даражада ёмонлаштиради ва ўзан юқори бьефининг нормал шаклланишини ўзгартириши мумкин.

Ушбу ҳодисаларни модель ва дала шароитларида жаҳоннинг турли мамлакат олимлари томонидан ўрганилиши натижасида айрим гидроузелларда шароитларни яхшилаш ва уларни ҳисоблашнинг яқинлаштирилган усулини бериш мақсадида лойқа босиши ва лойқага тўлиш динамикасини схемалаштириш учун аниқ таклифлар бериш имконини яратди.

Ўзан гидравликасининг ҳозирги замонавий ҳолати малум маънода гидроузелларнинг бьефларида дарё ўзанидаги қайта шаклланишни ҳисоблаш имконият яратади, бироқ бу соҳада ҳодисанинг мураккабли туфайли жуда кўплаб саволлар очик қолмоқда.

Диссертациянинг «**Паст босимли Тахиатош гидроузелининг юқори бьефидаги ўзан жараёнларининг дала тадқиқотлари**» номли учинчи бобида гидроузеллар қурилгандан кейин Амударёнинг гидрологик ва чўкинди режимларини ўзгариши бўйича, Тахиатош гидроузелининг шит тўғонларини эксплуатация қилиш режими бўйича ва Тахиатош гидроузелининг юқори бьефида лойқа босиш жараёнларининг шаклланиш қонуниятлари бўйича янги тадқиқотлар натижаси келтирилган.

Амударёнинг чўкиндилар режимини эркин ҳаракати шароитида ўрганиш билан кўплаб олимлар шуғулланишган (Н.А.Цветкова, В.Л.Шульц, М.М.Рогов ва бошқалар). Ушбу тадқиқотлар натижаси кўрсатишича, йилнинг тошқин мавсумларида (май-август ойлари) Амударёдаги чўкиндиларда $d < 0,01$ мм ўлчамли заррачаларнинг миқдори 10 % ни, чанг фракцияларнинг $d = 0,01-0,05$ мм миқдори 60-65 % га тенг, майда қумнинг ($d = 0,05-0,25$ мм) миқдори 25-30 % ни ташкил этади. Кам сувли даврда эса $d > 0,05$ мм ўлчамли фракцияларнинг миқдори бироз ошиб, 40-45% гача етади. Дарё тубининг кўтарилиши асосан, оқим ва чўкмаларининг чўкиндилар ($d > 0,05$ мм) билан тўлиб кетиши ҳисобига юз беради.

Тахиатош гидроузели 1974 йилда эксплуатацияга туширилган ва унга қарашли суғориш тизимларини ишончли сув билан таъминлаш учун мўлжалланган. Гидроузелни жойлаштиришда Қизкеткен ва Суенли каналларига сув олишни сақлаш мақсадида тўғонни чап қирғоқда

жойлаштириш билан дарёнинг ботиқ қирғоқларида икки томонлама кетма-кет сув олиш принципи қабул қилинган.

Тахиатош ва Туямўйин гидроузелларини биргаликда эксплуатация қилиш даврида Амударё дарёсининг чўкиндилар режими ўрганиш шуни кўрсатдики, Тахиатош гидроузелининг таъсир зонасига кириб келаётган қаттиқ оқим миқдори, ўта бошқарувчанлик ва кам сувлилик таъсири остида сув сарфининг кескин камайиб кетиши сабабли сезиларли даражада қисқарди (ўртача 4 марта камайди).

Сув омборлари ва гидроузелларининг юқори бьефларидаги чўкиндилар кўчишини ҳисоблашнинг мавжуд усуллари чўкинди зарраларининг ўртача гидравлик йириклигини шартли катталиги (ўртача диаметри) кўринишида чўкинди таркибининг тавсифларидан фойдаланишга асосланади.

Тахиатош гидроузелининг таъсир зонасидаги муаллақ чўкиндиларининг ўртача гидравлик йириклигини ҳисоблаш ва уни башорат қилиш учун биз томонимиздан дала тадқиқотлари ва Гидрометрик станция бошқармаси (ГМСБ) материаллар таҳлили натижасида олинган қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин:

$$\bar{W} = 1,25 + \frac{1}{1,73 \cdot \rho} \quad (1)$$

Тахиатош гидротехник комплексининг асосий иншоотларини ишлаш режими ва сув олиш иншоотларини асосан сув олиш коэффиценти, яъни умумий сув олиш миқдорини шит тўғонининг олдида жойлашган створдаги сув сарфига нисбати билан тавсифланадиган Амударёнинг бошқарилиш даражаси ва сувлиликка боғлиқ равишда кўриб чиқишимиз мумкин:

$$K_{c.o.u.} = \sum Q_{c.o.u.} / Q_{cтв.} \quad (2)$$

бу ерда: $\sum Q_{c.o.u.}$ - умумий сув олиш иншоотининг миқдори;

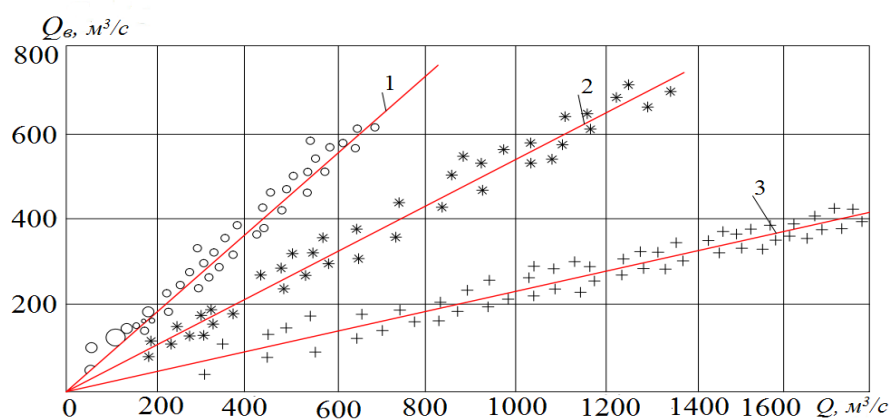
$Q_{cтв.}$ - шит тўғонининг олдида жойлашган створдаги сув сарфи;

$$Q_{cтв.} = Q_{c.o.u.} + Q_{сб} + Q_{ГРЭС} \quad (3)$$

Тахиатош гидроузелини эксплуатация қилиш ва ГМСБ маълумотларини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, гидроузелнинг юқори бьефидаги ўзанли жараёнларнинг бориш характери асосан дарёнинг сувлиликка боғлиқдир ва қуйидаги характерли йилларнинг гидрологик режимлари билан аниқланади: кўп сувли йиллар ($K_{c.o.u.}=0,25$); ўртача сувли йиллар ($K_{c.o.u.}=0,55$); кам сувли йиллар ($K_{c.o.u.}=0,90$). 1-расмда ушбу тавсифли йиллар учун йил ичи кесимида сув олиш иншоотининг коэффицентини ўзгариш графиги келтирилган, бу ерда йилнинг сувлиликни тавсифловчи учта мустақил тўғри чизиклар ажралиб турмоқда:

$$H_{ю.б.} = K_{c.o.u.} Q_{cтв.} \quad (4)$$

бу ерда: $H_{ю.б.}$ - юқори бьефдаги сув сатҳи; $K_{c.o.u.}$ - сув олиш иншоотининг коэффиценти.



1-расм. Дарёнинг сувлигига боғлиқ равишда сув олиш коэффициентининг ўзгариши: 1-кам сувли йиллар (1980, 1990, 1997, 2000, 2018 йиллар); 2-ўртача сувли йиллар (1976, 1991, 1996, 2003, 2016 йиллар); 3-кўп сувли йиллар (1978, 1988, 1992, 1998, 2005, 2010, 2015 йиллар).

Ушбу графикларга кўра, сув олиш коэффициентининг ўртача қиймати: кам сувли йиллар учун $K_{с.о.и.} = 0,90$; ўртача сувли йиллар учун $K_{с.о.и.} = 0,55$; кўп сувли йиллар $K_{с.о.и.} = 0,25$ ларга тенг.

Статистик ҳисоблар натижасида бошқариш даражасининг қийматлари аниқланди:

$$\eta = 1 - Q_{\text{ўр.бошқ.}} / Q_{\text{ўр.дастл.}} \quad (5)$$

Гидроузелнинг юқори бьефида тўғондан оқим бўйича юқорига қараб 17,5 км гача ҳудудни қамраб олувчи 46 та бириктирилган створлар мавжуд. Гидроузелнинг пастки бьефида тўғондан оқим бўйича пастга қараб 14 км гача ҳудудни қамраб олувчи 31 та бириктирилган створлар мавжуд. Асосий створлар орасидаги масофа ўртача 500 м дан иборат.

Тахياتош гидроузели юқори бьефининг сув олиш шароитларига ва гидроузелнинг ишига ноқулай таъсирини аниқлаш 1973-1979 йиллар давомида САНИИРИнинг Ўзан жараёнлари бўлими ва Қорақалпоғистон филиали томонидан берилган эксплуатация дала маълумотлари, 1982-1984 йилларда ва САНИИРИнинг Қорақалпоғистон филиали томонидан 1996-2000 йилларда бошқарилган шароитда олиб борилган тадқиқот маълумотлари, ҳамда 2010-2016 йилларда Қорақалпоқ Давлат Университети, гидроузелнинг эксплуатация хизмати, Қипчоқ ва Саманбой постлари бўйича ГМСБнинг гидрологик маълумотларини ҳар томонлама комплекс таҳлил қилиш асосида амалга оширилди.

Таҳлил, Средазгипроводхоз томонидан ўрнатилган створлар бўйича, кўндаланг кесимнинг деформация майдонлари бўйича гидроузелни эксплуатация қилишнинг турли даврларида ўтказилган ўзан суръатлари материалларини қиёслаш асосида ўзанни қайта шаклланиш жараёнини баҳолашдан иборат бўлди, бунда юқори бьефдаги сув билан димланиш эгриси узунлигини ўзгариши ва чўкинди хажмлари аниқланди.

Ўлчовлар натижаси бўйича бириктирилган створларнинг биргаликдаги кўндаланг қирқимлари қурилди, улар асосида 1973 йилдаги эркин ўзанга нисбатан лойқа босиш ва ювилиш майдонлари аниқланди ва ўлчовлар билан

камраб олинган ҳудудларнинг бутун узунлиги учун чўкинди ва ювилиш хажмлари, ҳамда хар бир створ тубининг ўртача сатҳи аниқланди.

Кам сувлилик сабабли Тахиатош гидроузели деярли доим димлаш режимида ишлайди ва димлаш эгрисининг участкасида тезлик пасайиб кетади, чўкмаларнинг жадал чўкиши ва дарё тубининг кўтарилиши юз беради. 1973 йилнинг суръатидаги кўндаланг кесимларни хар бир кейинги йил билан қиёслаш натижасида аниқланган 17,5 км узунликдаги дарёнинг димланиш участкасидаги чўкиндиларнинг лойқаланиш хажмлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Тахиататош гидроузелининг эксплуатация даврида юқори бьефнинг лойқа босиш жадаллиги (млн.м³)

Тавсиф	Эксплуатацияга туширилгандан кейинги йиллар								
	1	2	3	4	9	10	23	24	25
W_3 , млн.м ³	9,34	13,24	14,60	17,88	21,60	21,67	20,26	23,57	16,24
фарқи	9,34	3,90	1,36	3,28	3,72	0,07	-1,41	3,71	-7,33
η_v	0,42	0,53	0,66	0,81	0,98	0,985	0,92	1,09	0,74

Изох. $W_{чўк}$ – лойқа чўкиш хажми; η_v – лойқа босишнинг нисбий ҳажми $\eta_v = V/V_q$; бу ерда: V – димланиш бьефининг лойқа босиш хажми; V_q – лойқа босишнинг чегаравий хажми $V_q = W - V_3 = 50$ млн.м³ – 28 млн.м³ = 22 млн.м³; W – НДСда барча димланиш бьефнинг хажми; V_3 – ўзан хажми, қуйидаги формула бўйича ҳисобланади $V_3 = HBL$.

1-жадвалда келтирилган олдинги съемкалар билан лойқа босиш хажмларини таққослаш орқали топилган ўлчаш маълумотлари шуни кўрсатадики, 4 ва 9-кузатув йилларида лойқа босиш хажми 21,60 млн.м³ ни ташкил қилди (деярли ўзанининг чегаравий лойқа босишига тенг $\eta_v = 0,98$), ўзан тубининг ўртача отметкаси 1,5-2,0 м га кўтарилди. Юқори бьефнинг узунлиги бўйича лойқа босиш қатламининг қалинлиги тўғони томон йўналиши катталаниб борди. 9-кузатув йилида юқори бьефнинг 46 дан 12 створгача бўлган участкасида, чўкиндиларнинг чўкиши бутунлай тўхталди. Ушбу йилда ювилиш ва лойқа босиш хажмларига мувофиқ, чўкиндиларни жадал кириб келиши ва дарё ўзанининг ўсиши кузатилган, бьефларнинг қайта шаклланиш жараёни давом этилди.

Диссертация ишида 3.12-расмда ўлчов маълумотлари бўйича ҳисобланган тубининг ўртача отметкалари бўйича тўғоннинг юқори бьефидаги дарёнинг бўйлама қирқими келтирилган, бу ерда лойқа босиш майдони оқим бўйича тепа томонга ўлчовлар ўтказилган узунликдан 17,5 км дан 2-3 марта катта узунликка тарқалади.

Юқори бьефнинг қайта шаклланиш жараёнларини қонуниятлари одатда ўзанда чўкиндиларнинг йиғилиши натижасида туби ва сув сатҳининг кўтарилиши кўринишида ифодаланади. Паст босимли тўғонларни димланган бьефларидаги ўзани қайта шаклланишини баҳолаш ва башорат қилиш учун ўзан шаклланиш босқичларини давомийлигини ва уларнинг мезон кўрсаткичларини ўрнатиш жуда муҳим. Кўплаб назарий ва дала тадқиқотларининг тахлили натижасида паст босимли гидроузелларни

эксплуатация қилишда бьефларда лойқа босиш, лойқа кириб келиши ва ювилиш жараёнларининг шаклланиш даврларини тўлдирдик ва аниқлаштирдик (2- жадвал).

2- жадвал

Паст босимли тўғонларнинг бьефларидаги ўзан жараёнлари шаклланишининг тавсия этиладиган босқичлар

Шаклланиш босқичлари	Жараёнлар номи			
	Юқори бьефда	$\varphi_l = L/L_0$	Пастки бьефда	$\alpha_h = h/h_0$
I	Димланиш ҳосил қилиниб, барча келаётган чўкиндилар ва қисман қуйқалар чўқади. Тубининг сатҳи ва сув сатҳи кўтарилади. Босқичнинг тугалланиши пастки бьефга чўкиндиларнинг кириб кела бошлаши ва қуйқаларнинг тўлиқ ўтказилиб юборилишига (транзит) тўғри келади.	$\varphi_l = 1-2$	Тиндирилган сув оқими кириб келади, ўзаннинг жадал ювилиши ва сув сатҳининг пасайиши рўй беради. Босқич охирида бьефга чўкиндилар кириб кела бошлайди. Ўзаннинг ювилиши секин-аста барқарорлашади.	$\alpha_h > 1,0$
II	Ҳосил бўлган чўкиндилар тўплами призмаси асосий иншоотлар фронтига етиб боради ва оқим бўйича юқори томон тарқалади, димланиш эгриси ҳолатини ўзгартиради. Босқич охирида йирик ўзанли шаклларнинг пайдо бўлиши кўзатилади.	$\varphi_l = 3-4$	Кириб келаётган чўкиндилар миқдори кўпаяди ва ташлама сув сарфининг ташиш қобилиятига тўғри келадиган миқдордан ошиб кетади. Дарё туби ўсиб боради ва босқич охирида олдинги мавжуд ўзан сатҳларида тўхтади.	$\alpha_h = 4-6$
III	Кириб келаётган чўкиндилар чўкиши секинлашиб сўнади ва кириб келиш ҳисобига димланиш эгриси узаяди. Босқич охирида тавсифи бўйича деярли тўлиқ чўкиндилар транзити юз беради.	$\varphi_l \geq 5$	Йирик ўзан шакллари кириб келади ва эркин дарё ўзанининг пастки бьефнинг лойқа тўлиш юз беради. Босқич охирида лойқа тўлиш ҳолати гидроузелни бошқаришни қийинлаштиради.	$\alpha_h < 0,6$

бу ерда: $\varphi_l = L/L_0$ – димланиш тарқалишнинг нисбий узунлиги (L_0 – даслабки димланиш узунлиги, L – димланган бьефлардаги чўкиндиларнинг тарқалиш узунлиги); $\alpha_h = h/h_0$ – пастки бьефдаги деформациянинг нисбий чуқурлиги (h – деформация жараёнида пастки бьефдаги оқим чуқурлиги, h_0 – пастки бьефдаги дастлабки оқимнинг чуқурлиги).

Юқори бьефдаги тўпланувчи чўкиндилар ҳажми қуйидаги формуладан аниқланади:

$$V_{л.б.} = \rho Q T (1 - \eta_V) / \gamma_{чўк} \quad (6)$$

бу ерда: Q – ҳисобли йил учун ўртача ойлик сув сарфи; $\rho = \rho_{муал.} + \rho_{туб}$ – ҳисобли створдаги оқимнинг умумий лойқалиги; $\gamma_{чўк}$ – чўкиндиларнинг ҳажмий оғирлиги; T – лойқа босиш вақти.

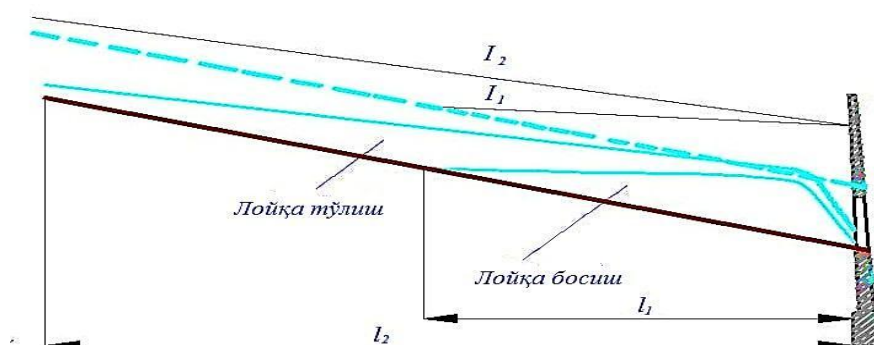
Бундай турдаги шаклланишларнинг давомийлиги димланиш катталиги, мустаҳкам оқим ва гидроузелдаги сув олишга, ҳамда участканинг нишаблигига боғлиқ бўлади. Димланиш 5 м гача, кенг бьефли тўғонлар учун

дарёнинг текисликдаги участкаларида шаклланишнинг I босқичининг давомийлиги 3-4 йилдан ошмайди, II босқичининг давомийлиги 5-6 йилга етади, III босқичининг давомийлига эса 20 йилдан кўп.

Тахиатош гидроузелида бажарилган тадқиқотлар натижасида юқори бьефни лойқа босишини ҳисоблаш усуллари текширишга имконият яратди.

Диссертациянинг «Паст босимли тўғон юқори бьефининг қайта шаклланишини баҳолаш» деб номланган туртинчи бобида Тахиатош гидроузели юқори бьефидаги ўзан жараёнларини башорат ҳисобларнинг натижалари, паст босимли гидроузелларнинг юқори бьефидаги лойқа тўлиш жараёнларини ҳисоблаш ва башорат қилишнинг таклиф этилаётган муҳандислик усуллари келтирилган.

Тахиатош гидроузелида ўтказилган дала тадқиқотларининг маълумотлари бўйича С.Т.Алтунин, И.А.Бузунов, В.С.Лапшенков, Ф.Ш.Мухамеджанов ва В.А.Скрыльников усуллари башоратли ҳисобларини ишончлилиги текширилди. Кўп йиллик тадқиқотларнинг маълумотларига кўра, паст босимли гидроузелларнинг димланган бьефларининг лойқа босиши жараёнларини баҳолаш учун чўкиндиларни чўктириш ва лойқа босиш ва лойқа тўлиши участкалари бўйича кетма-кет димланишни нураш ҳисобий схемалари қабул қилинди (2-расм). Бьефлардаги шаклланиш жараёнларидаги ўрнатилган характерли моментлар 2-жадвалда берилди.



2-расм. Гидроузел юқори бьефидаги лойқа босиш ва лойқа тўлиш жараёнларининг ҳисобий схемаси

Амударё шароитлари учун ўзанли сув омбори ёки димланган бьефларининг лойқа босишини тўғалланиши шундай даврга тўғри келадикки, ушбу даврда муаллак ва туб чўкиндиларининг ҳаммаси пастки бьефга ўтказилишини таъминловчи нишабли ўзан шаклланади, яъни қуйидаги тенглик бажарилади:

$$\rho_{\text{муал.}} + \rho_{\text{туб}} = (1,1 \dots 1,11) \rho_0, \quad (7)$$

бу ерда: $\rho_{\text{муал.}}$ ва $\rho_{\text{туб}}$ – юқори бьефнинг лойқа босган қисмида шаклланадиган оқим учун муаллак ва туб чўкиндиларининг критик лойқалиги; ρ_0 – дарёнинг эркин шароитлари учун дарё оқимининг лойқалиги.

(7) формула юқори бьефни лойқа босишини ҳисоблаганда ҳисобга олиш керак.

Муаллак чўкиндиларнинг критик лойқалиги К.И.Байманов формуласи ёрдамида ҳисобланади, бу формула А.Н.Гостунский ғоясининг ривожланишига туртки бўлди:

$$\rho_{\text{муал.}} = \frac{\alpha\gamma}{\delta} \cdot B \cdot \frac{U_*}{\bar{W}} \cdot Fr \left(\frac{\sqrt{g}}{C} \right)^2, \quad (8)$$

бу ерда: $U_* = \sqrt{ghi}$ - оқимнинг динамик тезлиги; \bar{W} - чўкиндиларнинг ўртача гидравлик йириклиги, ўнинг қиймати (1) формула ёрдамида аниқланади; $\alpha = \sqrt{|U'|^2} / U_*$ - тезлик коэффиценти; Fr - Фруд сони; B - оқимнинг ташувчанлик қобилияти коэффиценти.

Тубдаги чўкиндилар миқдорини муаллак чўкиндиларнинг 10-11 % миқдорига тенг деб қабул қилинди ёки Г.И.Шамов формуласидан

аниқланади:

$$q = K \left(\frac{U_{\text{ўпм}}}{U_0} \right)^3 (U_{\text{ўпм}} - U_0) \left(\frac{d_{\text{ўпм}}}{H} \right)^{0,25}, \quad (9)$$

бу ерда: $K = 0,95\sqrt{d_{\text{ўпм}}}$ - тубдаги чўкиндилар таркибини ҳисобга олувчи коэффиценти; $U_{\text{ўпм}}$ - вертикал бўйича ўртача тезлиги; U_0 - чўкиндилар ҳаракатининг ўртача тўхташ тезлиги; $d_{\text{ўпм}}$ - тубдаги чўкиндиларнинг ўртача диаметри; H - вертикал бўйича чуқурлик.

Юқори бьефнинг чегаравий лойқа босишига мос нишаблик қийматини В.С.Лапшенков формуласи бўйича аниқлаш тавсия этилади:

$$J_{\text{ч}} = 0,00625(\rho\bar{W})^{0,7} \cdot Q^{-0,095} \quad (10)$$

бу ерда: $\rho\bar{W}$ - ўзан шаклландиган сарф Q да майда кумли чўкиндилар билан оқимнинг эркин юкласи,

Юқори бьефнинг чегаравий лойқа босиш ҳажмини Г.И.Шамов формуласи билан аниқлаш тавсия қилинди:

$$W_{\text{чез.}} = W(1 - (w_{\text{д}} / w_0)^{1,7}), \quad (11)$$

бу ерда: $w_{\text{д}}$ - дарёнинг дастлабки шароитлардаги кўндаланг кесими; w_0 - тўғонга яқин участка учун бьефнинг кўндаланг кесими.

Тадқиқотлар материаллари шуни кўрсатадики, чўкиндилар билан оқим шакллантирадиган ўзанининг кўндаланг кесими юзаси, шакли бўйича учинчи даражали парабола эгрилигига жуда яқин, шунинг учун қуйидагиларни қабул қилиш мумкин:

$$w = \frac{3}{4} H_{\text{max}} \cdot B \quad (12)$$

ва

$$H_{\text{max}} = 1,33H_{\text{ўпм.}} \quad (13)$$

Оқим билан шакллантирилган ўзан кўндаланг кесимининг ўлчамлари биз таклиф қилаётган боғлиқлик бўйича аниқланади:

$$B = 1,5\sqrt{Q/U_*} \quad (14)$$

ва

$$H_{\text{урт.}} = 0,043\sqrt{Q/U_*} \quad (15)$$

бу ерда: Q – сув сарфи; $U_* = \sqrt{ghi}$ - динамик тезлик.

Тўғондан l_x масофада жойлашган створдаги юқори бьефда оқим билан шакллантирилган ўзан туби $\Delta_{\text{ш}}$ сатҳи қуйидаги формуладан топилади:

$$\Delta_{\text{ш}} = \Delta_{\text{д}} + H_{\text{димл.}} - (i_{\text{д}} - i_0)l_x - H_{\text{урт.}}, \quad (16)$$

бу ерда: $\Delta_{\text{д}}$ – створдаги дарё тубининг дастлабки даврдаги отметкаси; i_0 – ўзаннинг шаклланган лойқа босган юқори бьефининг туб нишаблиги; $i_{\text{д}}$ – дастлабки даврдаги тубининг нишаблиги; $H_{\text{урт.}}$ – шаклланган ўзаннинг ўртача чуқурлиги; $H_{\text{димл.}}$ – тўғон олдидаги димланган бьефнинг чуқурлиги.

Гидроузел юқори бьефининг дастлабки димланиш эгри чизигини Р.Р.Чугаевнинг соддалаштирилган усули бўйича қуриш тавсия этилади, бу усул участка бўйича нотекис харакатланиш тенгламасини ечишдан иборат. $F(\eta)$ функциясининг қиймати ўзаннинг барча участкалар учун, гидравлик кўрсаткичи $x = 4$ бўлганда Б.А.Бахметьев жадвали ёрдамида аниқланади.

Димланишнинг умумий узунлигини аниқлаш учун С.Т.Алтунинг тавсия қилган тахминий боғлиқликдан фойдаланиш мумкин, боғлиқлик қуйидаги кўринишда бўлади:

$$L = \Delta H / J_{\text{д}} - J_{\text{нишаб.}}, \quad (17)$$

бу ерда: L – лойқа босиш призмасининг узунлиги; ΔH – гидроузел қурилмаган даврдаги ва димланиш сув сатҳларининг фарқлари; $J_{\text{д}}$ - сув сатҳининг дастлабки даврдаги нишаблиги; $J_{\text{нишаб.}}$ – димланиш ҳосил қилингандан кейинги тўғон олдидаги нишаблик.

Димланган бьефларда чўкиндилар призмасининг тарқалиш узунлиги: I босқич охирида – 2 узунликка; II босқич охирида – 5 узунликка; III босқич охирида – 7 узунликка етади.

Шаклланиш босқичларнинг давомийлиги қуйидаги боғланишдан аниқланади:

$$T = W / \varepsilon G, \quad (18)$$

бу ерда: T – димланган бьефнинг тўлиш давомийлиги; W – тўлиш давомийлиги; G – қаттиқ жисмларнинг оқими; $\varepsilon = (\rho_{\text{кир}} - \rho_{\text{чик}}) / \rho_{\text{кир}}$ - димланган бьефда сувни тиниклаштириш коэффициентини ($\rho_{\text{кир}}$ ва $\rho_{\text{чик}}$ – кириш ва чиқиш қисмлардаги сувнинг лойқалиги).

Шаклланиш босқичларнинг давомийлиги асосан димланиш катталигига, участканинг нишаблигига, қаттиқ жисмларнинг оқим катталигига боғлиқ бўлади. Димланиш 5 м гача бўлган тўғонлар учун дарёнинг текисликдаги участкаларида шаклланишнинг I босқичининг давомийлиги 3-5 йилдан ошмайди, II босқичининг давомийлиги юқорида қайд этилган омилларга ва сув олиш хажмига боғлиқ равишда 7-8 йилга етади ва III этап 20 йилдан ошиқ.

Катта миқдорда лойқа босиш чўкиндиларни муаллақ оқизикларни ташувчи дарёларда димланган бьефларни ҳисоблаш учун, димланиш

участкасидаги ҳисобий даврда лойқа босиш хажмлари қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$W_{л.б} = 1,1(\rho_{куп} - \rho_{чик})86,4Qt / \gamma_{чўк}, \text{ м}^3 \quad (19)$$

бу ерда t – ҳисобий даврининг давомийлиги, сут.; $\gamma_{чўк}$ – чўкиндининг ҳажмий оғирлиги, т/м³.

Лойқа тўлиш ҳисобини, лойқа босиш тугаган створдан бошлаб бажарилади. Сўнг (12)-(15) формулалардан кўндаланг кесимнинг элементлари ҳисобланади, кейин эса лойқага тўлишда қўшимча димлашнинг характеристикалари ҳисобланади.

Лойқа тўлиш жараёнини геометрик схематиклаштиришдан келиб чиқиб юқори бьефдаги лойқа тўлишнинг давомийлигини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$t_{мыб} = \gamma_{чўк} h_{чўк.пр.}^2 / [2(i - i_0)q_{чўк.}], \quad (20)$$

бу ерда: $\gamma_{чўк}$ – чўккан чўкиндилар зичлиги; $h_{чўк.пр.}$ – пастки бьефга чўкиндилар кира бошлаган вақтда чўкинди призмасининг фронтини ўртача баландлиги (тадқиқотлар маълумотларига кўра $h_{чўк.пр.} = 1,5-2,0$ м); i_0 – худди шу вақтда чўкинди призмаси юзасининг бўйлама нишаблиги ($i_0 = \Delta H/L_{чўк.пр.}$); i – дарёнинг бўйлама нишаблиги; $q_{чўк.}$ – тубдаги чўкиндиларнинг солиштирма сув сарфи (қузатувлар маълумотлари бўйича қабул қилинади).

Сўнг ҳисобий вақт интервали ичида бутун узунлик бўйича қўшимча димланишнинг лойқа босиш хажми аниқланади:

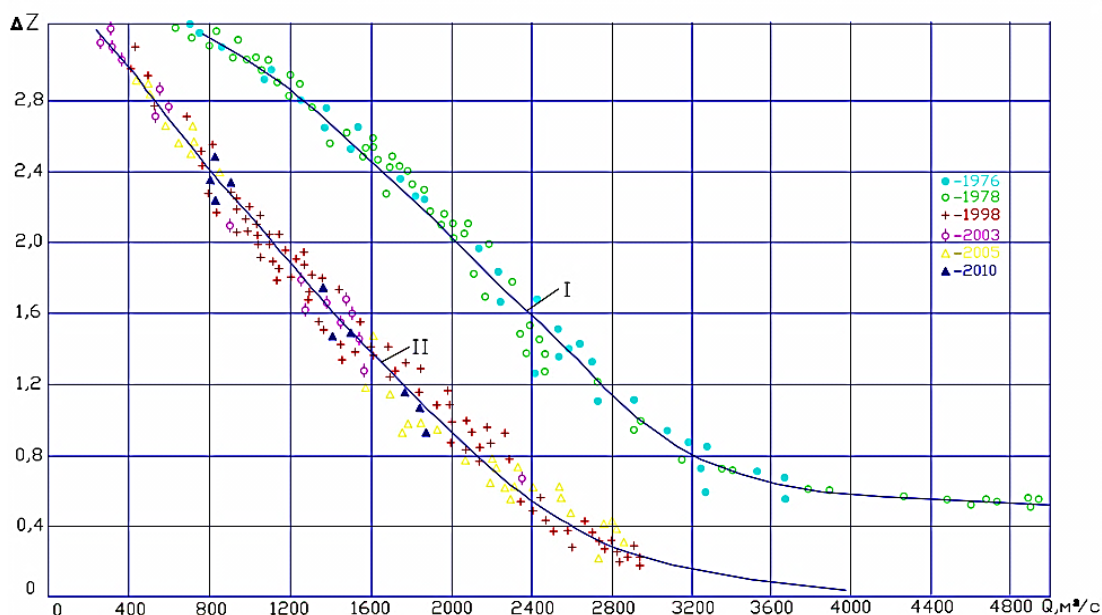
$$W_{мыб} = G_{мыб} \cdot t_{мыб} / \gamma_{чўк.} \quad (21)$$

бу ерда: $G_{мыб}$ – лойқа билан тўлишда иштирок этаётган тубдаги чўкиндиларнинг йиллик оқими; $\gamma_{чўк.}$ – уларнинг ҳажмий оғирлиги; $t_{мыб}$ – аккумуляция бошидан ҳисобий створга туб лойқа босишнинг қуйи чегараларининг ҳаракатланиши моментигача бўлган вақт.

Димланган бьефларнинг лойқа тўлиш билан кураш муаммоси ҳозирги кунда долзарб муаммо бўлиб, халқ хўжалиги аҳамиятига эгадир. Тўпланган чўкиндилар билан самарали курашиш усулларидан бири бу димланган бьефларни ювиш ҳисобланади. Тўпланган чўкиндиларни ювишни ҳисоблаш тартиби диссертациянинг 4.5 параграфида келтирилган.

Димланган бьеф лойқага тўлиши билан гидроузел қурилмастан олдинги режими катталигигача оқимнинг барча гидравлик элементлари тикланади.

Шуни таъкидлаш лозимки, бьефлар шаклланишининг I босқичда баландлиги 1,65-3,5 м бўлган барча затворларнинг очилишида (23 оралик) шит тўғони орқали тўлинсув сув сарфларининг ўтиши ўтказиш қобилятига яқин кўрсаткични кўрсатди ($\mu = 0,46$), бьефлар шаклланишининг II ва III босқичларида сув сарфи коэффициентига ($\mu = 0,33$), ҳамда ($\Delta Z=0,20$ м гача) тенг бьефлардаги сатҳлар фарқига эга шит тўғонининг нисбатан паст сув ўтказиш қобилятини кўрсатди (3-расм). Шит тўғонининг сув ўтказиш қобилятининг бундай пасайиши ўзан жараёнларининг қайта шаклланиши билан боғлиқдир.

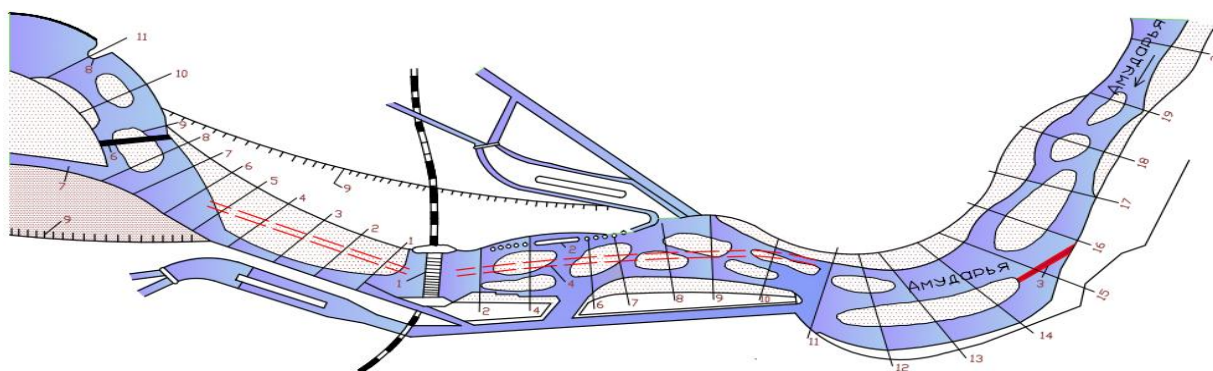


3-расм. Тахиатош гидроузели шит тўғонининг эксплуатация жараёнида сув ўтказиш қобилиятининг пасайиши:

I – эгри чизик – шит тўғоннинг сув босмаган ишлаш режимини тавсифлайди; II – эгри чизик – шит тўғоннинг сув босган ишлаш режимини тавсифлайди.

Паст босимли гидроузеллар бьефларини ўзанли қайта шаклланишининг боришини гидроузел эксплуатацияси хизматининг кузатув материаллари ва УГМСнинг яқин жойлашган постларининг маълумотлари бўйича башорат қилиш мумкин. Ушбу маълумотларни таҳлил қилиш натижасида дарё гидроузелларининг бьефларида ўзанли жараёнларнинг боришини башорат қилишни баҳолаш усуллари ишлаб чиқилди. Тахиатош гидроузелининг юқори бьефини лойқа босиши ва лойқага тўлишини башорат қилиш учун кузатув маълумотлари стандарт эгри чизикли боғлиқликда $Q=f(H)$ акс эттирилди, бунда эксплуатациянинг биринчи йилларида қурилган Қипчоқ гидрости ва кейинги даврлар маълумотларидан фойдаланилди (4.3-расм диссертацияда келтирилган).

Ушбу графикда нуқталарнинг жойлашуви димланиш зонасида сув сатҳларининг кўтарилишини ва димланиш эгри чизигини тарқалишининг хақиқий узунлигини тавсифлайди. Ушбу эгри чизикларнинг жойлашувига қараб шундай хулосага келиш мумкин, яъни юқори бьефнинг жадал лойқа босиши 1990 йилдан бошлаб кузатилди ва 2010 йилга келиб, Қипчоқ гидростида лойқа босган қатламнинг қалинлиги 1,0 м гача етди, натижада димланиш эгри чизигининг тарқалиш узунлиги бир неча километргача етди, яъни Қарамиштош гидрости гача етди (76 км) (4-расм).



4-расм. Амударёдаги Тахиатош гидроузелининг юқори бьефидаги бошқариладиган ўзан жараёнларининг тавсия қилинаётган схемаси (кам сувли, 2019 й.)

1 – тўғон; 2, 3 – тош қопламали бўйлама тўкма тупроқли дамбалари; 4, 5 – биринчи (пионер) ўйилмалар; 6 – тупроқли тўсиқ; 7 – оқим тўғрилагичлар; 8 – шпора №1; 9 – ҳақиқий қирғоқ чегараси.

Юқори бьефнинг жадал лойқа босиши ва ўзанининг қайта шаклланиши натижасида гидроузелни эксплуатация қилишда ва сув олиш шароитларида бир қанча жиддий қийинчиликлар пайдо бўлди. Шунинг учун, юқори бьефдаги ўзанли жараёнларни бошқариш бўйича бир нечта тавсиялар ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқариш ташкилотларига йўналтирилди (4-расм). Сув ташлама иншоотининг (шит тўғони) ўқи бўйича пионер ўйилма ускунаси ва иккита жойда четидаги иккита ўтувчи дамбалар билан бирга тўлинсув даврда оқимга ўзани тезкор равишда ҳосил қилиш имкониятини берувчи ва Тахиатош гидроузелини хавфсиз ишлашини таъминловчи тўкма дамбалар таклиф этилди.

ХУЛОСАЛАР

«Паст босимли тўғонларнинг юқори бьефидаги қайта шаклланиш қонуниятларини ва ҳисоблаш усулларини илмий асослаш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиотлар асосида куйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Назарий, дала ва экспериментал тадқиқотлар, шунингдек, иншоотлар эксплуатацияси бўйича кузатувлар таҳлили куйидаги хулосаларни қилишга имкон беради, гидравлик иш шароитлари, сув олиш тармоғининг компановкаси ва бьефлар қайта шаклланишининг ноқулай таъсирларини гидроузел шароитининг ва бутун тармоқнинг ишлашига нисбатан ҳисобга олиб, ҳозирги кунда кўп миқдорда лойқа оқизиқларини олиб келувчи текисликдаги дарёларда паст босимли гидроузеллар бьефларининг қайта шаклланишида ўзан жараёнларининг боришини башорат қилиш энг долзарб муаммо ҳисобланади.

2. Сув олиш коэффициентлари: $K_b = 0,90$ – кам сувли йиллар; $K_b = 0,25$ – кўп сувли йиллар, $K_b = 0,55$ – ўртача сувли йиллар учун кўп йиллик кузатувлар асосида паст босимли гидроузеллар гидравлик иш режимини дарё сувлилигига қараб, асосий иншоотлар ва каналларга сув олиш иш шароитларини тезкор аниқлаш имкониятини берувчи усул ишлаб чиқилди.

3. Гидроузелнинг 10 йиллик эксплуатация даври учун рухсат этилган лойқа босиш ҳажми 21,60 млн.м³ ни (деярли ўзаннинг чегаравий лойқа босишига тенг $\eta_v = 0,98$) ташкил қилди, тубининг ўртача отметкаси 1,5 – 2,0 м. гача кўтарилганлиги тадқиқот натижаларида аниқланди. Бундан келиб чиқиб, юқори бьефнинг қайта шаклланиш жараёни 10 йиллик эксплуатациядан кейин тўхтаган. Шундай қилиб, лойқа босиш жараёни 17,5 км узунликдаги участкада тутаган ва лойқа тўлиш жараёни давом этган, яъни оқим бўйича юқorigа қараб димланиш эгри чизиғи 50 км дан ортиқроқ узайиб борган.

4. Мавжуд ўлчовлар бўйича аниқланган ҳажмлар билан бирга гидроузелнинг ҳақиқий ишлаш шароитларидан келиб чиқиб, Ф.Ш.Мухамеджанов ва В.С.Лапшенков усуллари бўйича ҳисобланган тадқиқот участкаларидаги лойқа босиш ҳажмлари таққосланди. Натижада чўкиндиларнинг ҳисобланган ҳажмлари ўлчанган ҳажмлардан 10-12 % га фарқ қилади, тўлин сув сарфлари ўтказилганда эса 60 % гача бўлиб, бунда чўкиндиларни ювиш ҳисобга олинмаганлигини аниқлаш имкониятини яратди.

5. Мавжуд содалаштирилган баланс усуллари таҳлил қилиш ва дала тадқиқотларининг маълумотлари асосида гидроузелларнинг нормал ҳолатда эксплуатация қилишда ноқулай таъсирларни башорат қилиш имконини берувчи паст босимли тўғонларнинг юқори бьефидаги ўзанли жараёнларининг қайта шаклланишини баҳолашнинг муҳандислик усуллари ишлаб чиқилди.

6. Димланган бьефларнинг тахминий ҳисоби учун бьефларнинг шаклланиш жараёнида характерли моментларни ҳисобга олишни дала ва экспериментал тадқиқотлар кўрсатди. Ушбу омилларни ҳисобга олиб, текисликдаги дарёлар тўғонларида лойқага тўлишининг шаклланиш босқичлари ишлаб чиқилди.

7. Чўкиндиларнинг чўкиш призмаси ҳосил қилган қўшимча димланиш соҳаларида бьефларнинг лойқага тўлишини яқинлаштирилган ҳисоби бўйича тавсиялар ишлаб чиқилди. Юқори бьефдаги нисбий нишаблик ва қўшимча димланиш эгри чизиғи координаталари, давомийлиги ва лойқа тўлиш ҳажмини ҳисоблаш формулалари тақриф этилди.

8. Дарёларнинг сатх режимлари ёрдамида гидроузеллар бьефида ўзан жараёнларини башорат қилишни баҳоловчи содда, гидрометрик асосланган усул ишлаб чиқилди. Ўзан жараёнларининг жадаллигини назорат қилиш ва ноҳуш вазиятларнинг келиб чиқишини билиш – гидроузелларнинг кўп йиллик ГМСБ ва эксплуатация хизмати маълумотларидан фойдаланиб, юқори ва пастки бьефлар учун стандарт эгри чизикларни $Q = f(H)$ таққослаш ушбу усулнинг моҳиятини ташкил қилади.

9. Бошқариш иншоотларида (бўйлама дамбалар ва қирқимлар) оқимни бошқариш ва «лойқа тўлиши-ювиш» схемаси бўйича олиб келувчи ва олиб кетувчи ўзанларни ювиш орқали паст босимли гидроузелларни лойқага тўлиши билан курашиш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

КАРАКАЛПАКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БАЙМАНОВ РУСЛАН КЕНЕСБАЕВИЧ

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕТОДОВ
РАСЧЕТА РУСЛОВЫХ ПЕРЕФОРМИРОВАНИИ ВЕРХНЕГО БЬЕФА
НИЗКОНАПОРНЫХ ПЛОТИН**

05.09.07 - Гидравлика и инженерная гидрология

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.4.PhD/T1486

Диссертация выполнена в Каракалпакском Государственном Университете им. Бердаха.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tiame.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyounet» (www.ziyounet.uz).

Научный руководитель: **Базаров Дилшод Раинмович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Эшев Собир Саматович**
доктор технических наук, профессор

Гаппаров Фуркат Ахматович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: **Ташкентский архитектурно-строительный институт**

Защита диссертации состоится «11» Июня 2021 года в 16⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Адрес: 100000, г.Ташкент, ул. Кары-Ниязий, д. 39. Тел.: (+99871)-237-19-61; 237-22-09, факс: (+99871) 237-54-79; e-mail: admin@tiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (зарегистрировано №166). Адрес: 100000, Ташкент, Кары-Ниязий, 39. тел (+99871) 237-19-45.

Автореферат диссертации разослан «26» Мая 2021 года.
(реестр протокола рассылки №21/26 «Мая» 2021 года).



Т.З.Султанов

член научного совета по
ученым д.т.н., профессор

А.А.Янгиев

член научного совета по
ученым д.т.н., профессор

Э.Ж.Махмудов

Председатель научно-исследовательского комитета при научном совете по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире оценка русловых процессов в верхнем бьефе речных гидроузлов, а также применение технологий прогнозирования занимает одно из ведущих мест. По всему миру для эффективной эксплуатации гидроузлов требует внедрения на практике технологий предотвращения заилиения и занесения верхних бьефов. В связи с этим, особое значение имеет использование технологий, обеспечивающих безопасную и эффективную работу низконапорных речных водозаборных гидроузлов.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на методы расчета процессов деформации, разработку теоретических и конструктивных решений по размещению гидроузлов и оценке русловых процессов в верхнем бьефе. В этой связи, особое внимание уделяется на проведение научно-исследовательских работ по оценке методик и закономерностей расчета переформирования верхнего бьефа низконапорных плотин и совершенствованию режима их эксплуатации.

В Республике проводятся широкомасштабные мероприятия, а также достигаются определенные результаты, с целью совершенствования режимов управления русловыми процессами и эксплуатации гидроузлов при обеспечении безопасной работы существующих гидротехнических сооружений, гидроэлектростанций, речных и водозаборных гидроузлов. В Стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан на 2017 – 2021 годы определены важные задачи по «... дальнейшему развитию сети мелиоративных и ирригационных объектов для повышения конкурентно-способности национальной экономики»², в том числе, совершенствование методов оценки русловых деформации, установление стадии переформирования в верхнем бьефе низконапорной плотины, совершенствование режима эксплуатации гидроузлов имеют важное значения для проектирования, строительства и эксплуатации речных и водозаборных гидроузлов, а также для предотвращения и уменьшения заилиения водных объектов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлении Президента РУз от 25 сентября 2017 года №ПП–3286 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов», Постановлении от 17 апреля 2018 года №ПП–3672 «О мерах по организации деятельности Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан, а также в других нормативно – правовых документах, касающиеся этой деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан. Исследования по данной

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП–4947 от 7 – февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

работе выполнены в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Зарубежные исследователи Г.А.Эйнштейн, Т.Тейлор, Ф.Орт, Ж.Стиван, Д.Б.Саймонс, Е.В.Ричардсон, У.М.Борланд, А.Д.Мейер, М.Бруне, У.Кир считали, что транспортирующая способность связана с турбулентностью потока. Ученые Н.Е.Жуковский, А.Н.Гостунский, М.А.Великанов, В.Н.Гончаров, А.С.Образовский, Н.М.Бернадский, Ж.Конт – Беллон, А.Б.Клавен, Дж.Лауфер, Ш.Чен, Д.И.Гринвальд, Н.А.Михайлова, Е.М.Минский, вели исследования по созданию модели турбулентного потока и статистической характеристики русловой турбулентности. Разработкой методов расчета русловых процессов занимались ученые М.А.Великанов, Г.И.Шамов, Н.И.Маккавеев, Н.Е.Кондратьев, И.В.Попов, К.И.Россинский, И.А.Кузьмин, М.А.Мостков, В.М.Лятхер, А.М.Мухамедов, Х.Ш.Шапиро, С.Т.Алтунин, И.А.Бузунов, В.С.Лапшенков, В.Н.Шолохов, Х.А.Исмагилов, К.Ш.Латипов, Д.Р.Базаров, которые достигли положительных результатов, и они используются на практике.

На основании проведенных исследований достигнуты положительные результаты по изучению русловых процессов в верхнем бьефе гидроузла, но в этих исследованиях русловые процессы, характеризующие чрезвычайную сложность взаимодействия русла, потока и сооружения, их прогноз и расчет изучены в недостаточной степени.

Связь темы диссертации с планом научно–исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно – исследовательских работ Каракалпакского государственного университета по теме 3/14 «Расчет законов перестроения в верхнем бьефе гидроузла» (2014-2015 гг.), 2/2012 по теме «Регулирование русловых процессов в стадии занесения в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла» (2012-2014) и 1/2016 «Обследования деформации русел реконструируемых участков канала Майяб» (2016-2017 гг.).

Целью исследований является научное обоснование методов расчета и прогноза русловых процессов, а также изучение закономерностей перестроений в верхнем бьефе низконапорной плотины.

Задачи исследований:

установление основных закономерностей процессов формирования русловых деформации в верхнем бьефе речных гидроузлов в зависимости от изменения водности рек, расходов водозабора, величины подпора и концентрации наносов;

для наиболее полного представления русловых перестроений низконапорной плотины, взаимодействующих с неустойчивым руслом, необходимо проведение качественной и количественной оценки хода русловых деформации;

совершенствование метода расчета кривых подпора и уклона водной поверхности потока на основе учета особенностей движения воды в верхнем бьефе низконапорной плотины;

разработка классификации этапов и сроков формирования русловых процессов в верхнем бьефе низконапорной плотины с учетом относительной мутности потока, площади заиления, длины распространения подпора;

разработка научных основ и методов расчета русловых процессов в верхнем бьефе низконапорной плотины с учетом распределения отложений наносов по длине подпертого бьефа, сроков заиления, позволяющие оценить процессы заиления, занесение верхнего бьефа.

Объектом исследований является верхний бьеф Тахиаташского гидроузла, построенный в нижнем течении реки Амударья.

Предметом исследований являются процессы заиления, занесение и переформирование русла в верхнем бьефе Тахиаташской низконапорной плотины.

Методы исследований. В процессе проведения исследований использованы общепринятые методы гидрометрии, гидравлики, общепринятые методы определения русловых деформации, а также теоретические уравнения динамики русловых потоков и методы математической статистики.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

усовершенствован метод расчета кривых подпора и уклона водной поверхности потока на основе учета особенности движения воды в верхнем бьефе низконапорной щитовой плотины;

разработана классификация этапов и сроков формирования русловых процессов в верхнем бьефе низконапорной плотины с учетом относительной мутности потока, площади заиления, длины распространения подпора и глубины деформации;

разработан метод определения русловых процессов в верхнем бьефе низконапорной плотины с учетом распределения отложений наносов по длине подпертых бьефов, длины подпора, сроков заиления;

разработана гидравлическая схема пионерного прореза с учетом гидрологического режима реки, позволяющий надежную эксплуатацию щитового низконапорной плотины

Практическая значимость исследования заключается в следующем:

предлагаемые научно обоснованные методы расчета позволяют определить необходимые параметры транспорта наносов, объемов деформации и хода русловых процессов;

метод расчета кривых подпора выявили дополнительные площади затопления в процессе заиления и занесения и намечены мероприятия по борьбе с затоплением прилегающих земель;

разработанная классификация этапов и сроков формирования русловых процессов позволяет использовать их для прогнозирования русловых

переформирований в верхнем бьефе низконапорных гидроузлов за период более 40 лет эксплуатации;

определены численные значения коэффициентов водности и пропускной способности низконапорных щитовых плотин, которые позволили уточнить их пропускную способность при эксплуатации;

разработаны практические рекомендации по улучшению условий водозабора и эксплуатации щитовых плотин, включающие оптимальные схемы маневрирования водосливных отверстий при пропуске межennaleго и паводкового расходов и работу нижнего бьефа, повышающие эффективность эксплуатации речных гидроузлов.

Достоверность результатов исследований. Достоверность научных исследований заключается в использовании общепринятых методов, с применением аттестованных приборов и оборудования, а также проведением статистической обработки современными методами, сопоставлением расчетных данных с измеренными данными автора и натурными данными других исследователей.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследований заключается в разработке теоретических основ процессов переформирования в верхнем бьефе низконапорных равнинных гидроузлов, вносящих вклад в развитие теории русловых процессов, усовершенствовании методов расчета и разработке этапов и сроков формирования процессов заиления и занесения, происходящих в период эксплуатации гидроузлов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке гидравлической схемы пионерного прокопа с учетом гидрологического режима реки и возможности использования разработанных методов гидравлического расчета при проектировании низконапорных щитовых плотин речных гидроузлов, а также прогнозирования процессов заиления и занесения русел в различных условиях эксплуатации.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных результатов по регулированию русловых процессов в верхнем бьефе низконапорных плотин:

научно обоснованные методы прогнозирования русловых переформирований в верхнем бьефе и гидравлический метод определения пропускной способности щитовой плотины внедрены на Тахиаташском низконапорном гидроузле Нижнеамударьинского управления Бассейнового водохозяйственного объединения «Амударья» при Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) (Справка Министерства водного хозяйства №04/20-3221 от 28 октября 2020 года). В результате появилась возможность прогнозировать степень занесения русла и длину распространения кривой подпора в верхнем бьефе гидроузла;

усовершенствованный метод расчета оценки деформации русла реки на участках подпора гидроузла внедрен при проектировании спрямляющих прорезей в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла и узловых сооружений

на реконструируемых каналах УИС Кызкеткен Каракалпакским дочерним предприятием института ООО «UzGIP» при Министерстве водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства №04/20-3221 от 28 октября 2020 года). Результаты позволили получить достоверные показатели русловых деформации в верхнем бьефе;

рекомендации по улучшению эксплуатации водозаборов в каналы и проведения периодических промывок отложений наносов в зоне влияния водозаборов внедрены в Нижнеамударьинском управлении ирригационных систем при Министерстве водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства №04/20-3221 от 28 октября 2020 года). Результаты позволили улучшить условия водозаборов, обеспечить безопасность забора воды из реки.

Апробация результатов исследований. Результаты исследований обсуждены на 4 международных и 4 республиканских научно – практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертационной работе опубликованы 22 научные работы. Из них 14 научных статей, в том числе 10 в республиканских, 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD).

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность выполненных исследований, сформулированы цели и задачи, объект и предмет исследований, отмечено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены методы, экспериментальные и практические результаты, обоснована достоверность результатов исследований, раскрыта научная и практическая значимость и новизны полученных результатов. Приведены сведения о внедрении, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние теоретических исследований русловых процессов в бьефах речных гидроузлов»** приводится анализ современного состояния изученности проблемы механизмов образования и формирования русловых процессов в бьефах низконапорных плотин и их теоретические основы, схем переформирования бьефов, основные методы расчета заиления и занесения верхних бьефов речных гидроузлов и поставлены задачи дальнейших исследований.

В настоящее время разработаны многочисленные приближенные методы и их можно разделить на три группы: первая группа-эмпирические методы;

вторая группа-балансовые методы; третья группа-методы, основанные на закономерностях осаждения наносов.

Для рек Центральной Азии распространенными являются вторая и третья группы методов расчета заиления верхних бьефов речных гидроузлов. К ним относятся методы С.Т.Алтунина и И.А.Бузунова, В.Н.Гончарова, И.И.Леви, В.С.Лапшенкова, А.В.Караушева, К.И.Россинского, И.А.Кузмина, М.А.Шосткова, А.М.Мухамедова, Ф.Ш.Мухамеджанова, В.А.Скрыльникова, И.А.Шнеера, Г.И.Шамова, В.Н.Шолохова, Х.Ш.Шапиро, К.Ш.Латипова, К.И.Байманова, Х.А.Исмагилова, А.М.Арифжанова, Д.Р.Базарова которые достигли положительных результатов.

Следует отметить, что прогнозирование методов занесения верхних бьефов гидроузлов значительно меньше, чем методов заиления. Практика эксплуатации особенно низконапорных гидроузлов до сих пор сталкивается с множеством затруднениями и опасных последствий, связанных с русловыми переформированиями, в которых преобладающим является именно процессы занесения. В таких условиях изучение русловых процессов становится наиболее актуальной.

Во второй главе диссертации «**Исследования компоновки узлов и гидравлические режимы работы низконапорных плотин равнинных рек**», приводится обзор и анализ натуральных и модельных исследований по компоновке плотинных водозаборных гидроузлов и их гидравлических режимов, а также расчеты хода занесения подпертых бьефов некоторых низконапорных плотин.

Существующие во всем многообразии плотинные водозаборные гидроузлы могут быть разделены на **три основных типа**: водозаборный узел с фронтальным расположением плотины (индийский тип); водозаборный узел с использованием поперечной циркуляции (ферганский тип); водозаборный узел, построенный по принципу расслоения потока по вертикали (европейский тип). Наиболее распространенный ферганский тип хорошо оправдал себя на практике и успешно защищает каналы от попадания крупных донных наносов.

В условиях низконапорных гидроузлов (с напором 3-6 м и широким фронтом) создаются определенные полезные объемы в верхнем бьефе для суточного регулирования стока и аккумуляция наносов. В широком верхнем бьефе гидроузлов по мере полного занесения в новых гидравлических условиях блуждающий поток приводит к эксплуатационным затруднениям. В период больших паводковых расходов могут возникнуть стихийные ситуации, которые значительно ухудшают нормальный режим эксплуатации гидроузла и изменяют нормальный ход формирования русла верхнего бьефа.

Изучение этих явлений на модели и в натуре учеными разных стран мира позволили дать конкретные предложения для улучшения условий работы некоторых гидроузлов и схематизировать динамику заиления и занесения с тем, чтобы дать приближенную методику их расчета.

Современное состояние русловой гидравлики в известной мере позволяет рассчитать переформирование русел рек в бьефах гидроузлов, однако в этой области много нерешенных вопросов ввиду сложности явления.

В третьей главе диссертации **«Натурные исследования русловых процессов в верхнем бьефе Тахиаташского низконапорного гидроузла»** приведены новые результаты исследований по изменению гидрологического и наносного режимов р.Амударья после постройки гидроузлов, по режиму эксплуатации щитовой плотины и по закономерностям формирования процессов заиления в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла.

Изучением режима наносов р.Амударьи в бытовых условиях занимались многие ученые (Н.А.Цветкова, В.Л.Шульц, М.М.Рогов и др). Эти исследования показали, что в среднем в паводковый период (май-август) содержание частиц $d < 0,01$ наносов р.Амударьи близко к 10 %, содержание пылеватой фракций $d = 0,01 - 0,05$ мм равно 60-65 % и мелкопесчаных ($d = 0,05 - 0,25$ мм) - 25-30 %. В межень относительное содержание фракций $d > 0,05$ мм несколько повышается, достигая 40-45 %. Подъем дна в основном происходит за счет перегрузки потока наносами ($d > 0,05$ мм) и их отложения.

Тахиаташский гидроузел введен в эксплуатацию в 1974 г. и предназначен для обеспечения надежного водозабора в подкомандные оросительные системы. При компановке гидроузла принят принцип последовательного двухстороннего водозабора на вогнутых берегах реки с расположением плотины на левом берегу из условий сохранения действующих водозаборов в каналы Кызкеткен и Суенли.

Изучение режима стока наносов р.Амударьи в периоде совместной эксплуатации Тахиаташского и Тюямуюнского гидроузлов показало, что количество твердого стока, поступающих в зону влияния Тахиаташского гидроузла, значительно сократилось в связи с резким уменьшением расходов воды под влиянием зарегулированности и маловодьем (в среднем 4 раза).

Существующие методы расчета транспорта наносов верхних бьефов гидроузлов и водохранилищ основаны на характеристике состава наносов в виде условной величины средней гидравлической крупности (или среднего диаметра) частиц наносов.

Для прогнозирования и расчета средней гидравлической крупности взвешенных наносов в зоне действия Тахиаташского гидроузла можно использовать следующую формулу:

$$\bar{W} = 1,25 + \frac{1}{1,73 \cdot \rho} \quad (1)$$

полученная нами в результате анализа материалов натурных исследований и Управление гидрометрических станций (УГМС).

Режим работы основных сооружений Тахиаташского гидротехнического комплекса и их водозаборных сооружений можно рассматривать в основном от степени зарегулированности и водности р.Амударьи, которые

характеризуются коэффициентом водозабора, представляющим отношение суммарного водозабора к расходу реки в створе у щитовой плотины:

$$K_6 = \sum Q_6 / Q_p, \quad (2)$$

где: $\sum Q_6$ - суммарный водозабор;

Q_p - расход реки в створе у щитовой плотины;

$$Q_p = Q_6 + Q_{сб} + Q_{ГРЭС} \quad (3)$$

Анализ данных эксплуатации Тахиаташского гидроузла и УГМС показал, что характер протекания русловых процессов в верхнем бьефе узла в основном зависит от водности рек и определяются гидрологическим режимом характерных лет: многоводный ($K_6=0,25$); средневодный ($K_6=0,55$); маловодный ($K_6=0,90$). На рис. 1 построен график изменения значений коэффициентов водозабора во внутригодовом разрезе за эти характерные годы, в которых выделены три самостоятельные прямые линии, характеризующие водность года:

$$H_{ВБ} = K_6 Q_p, \quad (4)$$

где: $H_{ВБ}$ – уровень воды в верхнем бьефе; K_6 – коэффициент водозабора.

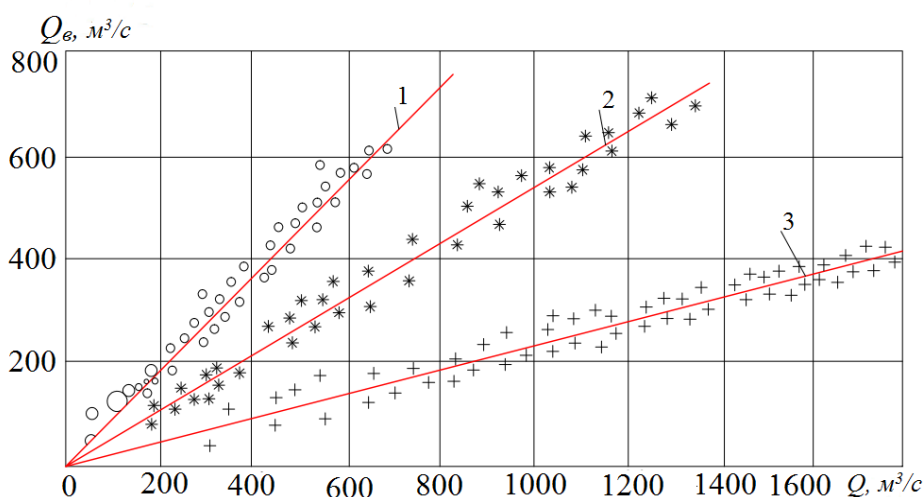


Рис. 1. Изменение коэффициента водозаборов в зависимости от водности рек: 1-маловодные (1980, 1990, 1997, 2000, 2018 гг.); 2-средневодные годы (1976, 1991, 1996, 2003, 2016 гг.); 3-многоводные годы (1978, 1988, 1992, 1998, 2005, 2010, 2015 гг.).

Согласно этим графикам средние значения коэффициента водозабора равны: $K_6 = 0,90$ -для маловодных лет; $K_6 = 0,55$ -для средневодных лет; $K_6=0,25$ -для многоводных лет.

В результате статистического расчета найден степень зарегулирования:

$$\eta = 1 - Q_{ср.зарег.} / Q_{ср.быт.} \quad (5)$$

Для изучения процесса переформирования верхнего бьефа Тахиаташского гидроузла проводились периодические промеры по ранее установленным створам: в верхнем бьефе узла имеется 46 закрепленных створов, охватывающих участок от плотины вверх по течению 17,5 км. В нижнем бьефе узла разбито 31 закрепленных створов, охватывающих участок

реки вниз по течению длиной 14 км. Расстояние между основными створами в среднем 500 м.

Для выяснения возможных неблагоприятных влияний переформирования верхнего бьефа Тахиаташского гидроузла на условия водозабора и работу узла в целом осуществлялось на основе всестороннего комплексного анализа натуральных данных эксплуатации отдела русел и КК отдела САНИИРИ в периоды 1973-1979 г.г. исследований проведенных в зарегулированных условиях в периоды 1982-1984 г.г., 1996-2000 г.г. КК филиала САНИИРИ, и в 2010-2016 г.г. КК Государственного Университета, службы эксплуатации гидроузла, так и гидрологических данных УГМС по постам Кипчак и Саманбай.

Анализ состоял в оценке процесса переформирования русла на основании сопоставления материалов русловых съемок, проведенных в различные периоды эксплуатации гидроузла по установленным Средазгипроводхозом створам, по площадям деформации поперечного сечения определялись объемы отложения наносов и изменение длины кривой подпора в верхнем бьефе.

По результатам промеров были построены совмещенные поперечные профили закрепленных створов, на основании которых определены площади заиления и размыва по отношению к бытовому руслу 1973 г.

В связи с маловодьем Тахиаташский гидроузел практически постоянно работает в подпорном режиме и на участке кривой подпора скорости падают, происходит интенсивное осаждение наносов и подъем дна реки. Объемы заиления наносов на подпорном участке реки длиной 17,5 км, определенные сопоставлением поперечников со съемкой 1973 г. с съемкой каждого последующего года приведены в табл. 1.

Таблица-1

Интенсивность заиления верхнего бьефа в период эксплуатации Тахиаташского гидроузла (млн. м³)

Характеристика	Число лет после ввода в эксплуатацию								
	1	2	3	4	9	10	23	24	25
W_3 , млн.м ³	9,34	13,24	14,60	17,88	21,60	21,67	20,26	23,57	16,24
Разница	9,34	3,90	1,36	3,28	3,72	0,07	-1,41	3,71	-7,33
η_v	0,42	0,53	0,66	0,81	0,98	0,985	0,92	1,09	0,745

Примечание. W_3 – суммарный объем отложений; η_v - относительный объем заиления $\eta_v = V/V_{II}$; где: V – объем заиления подпорного бьефа; V_{II} – предельно заиляемый объем $V_{II} = W - V_p = 50 \text{ млн. м}^3 - 28 \text{ млн. м}^3 = 22 \text{ млн. м}^3$; W – объем всего подпорного бьефа при НПУ; V_p – объем русла, вычисляемый по формуле $V_p = HBL$.

Приведенные в табл.1. данные промеров, вычисленные сравнением объемов заиления с предыдущими съемками показывают, что объем заиления за 4 ый и 9 ый год наблюдений составлял 21,60 млн. м³ (почти равный к предельному заилению русла $\eta_v = 0,98$), а средняя отметка дна поднялась на 1,5 – 2,0 м. Высота слоя заиления по длине верхнего бьефа увеличилась по направлению к плотине. В 9 ый год наблюдений в верхнем бьефе на участке от 46 до 12 створа, отложение наносов прекратилось. В

этом году соответственно объемам размыва и заиления, наблюдались интенсивное поступление влекомых наносов и постепенное наращивание дна русла реки. Процесс переформирования бьефов продолжался.

В диссертации на рис. 3.12 приведены продольные профили реки в верхнем бьефе плотины по средним отметкам дна, где область заиления распространялась вверх по течению на длину 2-3 раза большую длины участка промеров 17,5 км.

Закономерности процессов переформирования верхнего бьефа выражаются в виде подъема дна и уровня воды вследствие отложения наносов в русле. Для оценки хода русловых переформирований подпертых бьефов низконапорных плотин и их прогнозирования особенно важно установить продолжительность этапов формирования русла и их критериальные показатели. В результате анализа многочисленных натуральных и теоретических исследований дополнены и уточнены периоды формирования процессов заиления, занесения и размыва, происходящих в бьефах низконапорных гидроузлов при их эксплуатации (табл.2).

Таблица-2

Рекомендуемые этапы формирования русловых процессов в бьефах низконапорных плотин

Этапы формирования	Наименование процессов			
	в верхнем бьефе	$\varphi_l = L/L_{II}$	в нижнем бьефе	$\alpha_h = h/h_0$
I	Создаются подпор и откладываются все влекомые наносы и часть взвешенных. Отметки дна и уровня воды повышаются. Концом этапа является начало поступления в нижний бьеф влекомых наносов и полный транзит взвешенных	$\varphi_l = 1-2$	Поступают осветленный поток, происходит интенсивный размыв русла и понижение уровня воды. В конце этапа начинают поступать в бьеф влекомые наносы. Размыв русла постепенно стабилизируется.	$\alpha_h > 1,0$
II	Сформирующиеся призмы отложений наносов достигают фронта основных сооружений и распространяются вверх по течению изменяя положение кривой подпора. В конце этапа наблюдается появления крупных русловых форм.	$\varphi_l = 3-4$	Поступление влекомых наносов возрастает и превышает соответствующую по транспортирующей способности сбросного расхода. Дно наращивается и концу этапа происходит по отметкам ранее существовавшего бытового русла.	$\alpha_h = 4-6$
III	Отложение влекомых наносов постепенно затухает и происходит удлинение кривой подпора за счет занесения. К концу этапа наступает почти полный транзит наносов, по характеру близкий к бытовым условиям.	$\varphi_l \geq 5$	Происходит поступление крупных русловых отложений и занесение нижнего бьефа сверх восстановленного бытового русла. К концу этапа занесение приводит к затруднениям с регулированием на узле.	$\alpha_h < 0,6$

где: $\varphi_l = L/L_{II}$ – относительная длина распространения подпора (L_{II} –длина первоначального подпора, L – длина распространения отложений в подпертых бьефах); $\alpha_h = h/h_0$ – относительная глубина деформации в нижнем бьефе (h – глубина потока в нижнем бьефе в процессе деформации, h_0 – бытовая глубина потока в нижнем бьефе).

Объем наносов, откладывающихся в верхнем бьефе, определяется по формуле:

$$V_3 = \rho Q T (1 - \eta_v) / \gamma_n \quad (6)$$

где: Q – среднемесячный расход воды расчетного года; $\rho = \rho_{\text{взв}} + \rho_{\text{дон}}$ – суммарная мутность потока в расчетном створе; γ_n – объемный вес наносных отложений; T – время заиления.

Продолжительность этих типов формирования зависит от величины подпора, твердого стока и водозабора на узле, а также уклона участка. Для плотин с подпором до 5 м и с широким бьефом на равнинных участках реки продолжительность формирования I этапа не превышает 3-4 лет, II этапа достигает 5-6 лет, а III этап продолжается более 20 лет.

Результаты выполненных исследований на Тахиаташском гидроузле позволили проверить методику расчетов заиления верхнего бьефа.

В четвертой главе диссертации «**Оценка переформирования верхнего бьефа низконапорной плотины**» приведены результаты прогнозных расчетов русловых процессов верхнего бьефа Тахиаташского гидроузла предлагаемые инженерные методы расчета и прогнозирование процесса занесения в верхнем бьефе низконапорных гидроузлов.

По данным выполненных натурных исследований на Тахиаташском гидроузле проверялась достоверность прогнозных расчетов по методам С.Т.Алтунина, И.А.Бузунова, В.С.Лапшенкова, Ф.Ш.Мухамеджанова и В.А.Скрыльникова.

Согласно материалов многолетних исследований для оценки процесса заиления подпорных бьефов низконапорных гидроузлов принята расчетная схема осаждения наносов и выклинивания подпора последовательно по участкам заиления и занесения (Рис. 2). Установленные характерные моменты процесса формирования бьефов приведены в табл.2.

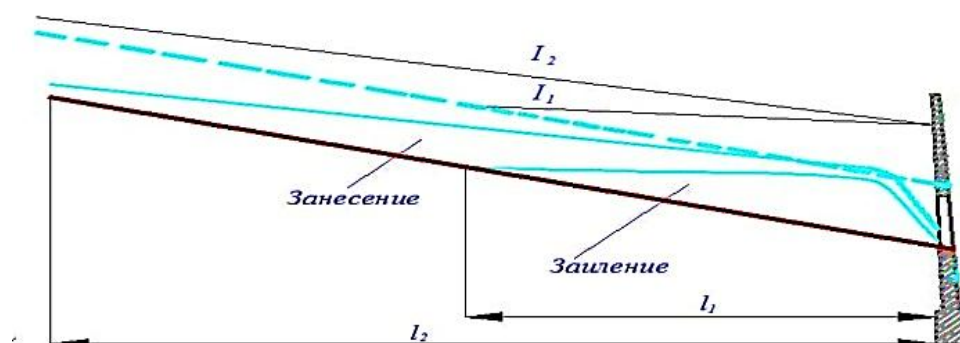


Рис. 2. Расчетная схема заиления и занесения верхнего бьефа гидроузла

Для условий р.Амударьи завершение заиления руслового водохранилища или подпорных бьефов соответствует тому периоду, когда в нем сформируется русло с уклоном, обеспечивающим транспорт всех

взвешенных и донных наносов в нижний бьеф, то есть выполняется равенство:

$$\rho_{взв} + \rho_{д} = (1,1...1,11)\rho_0, \quad (7)$$

где: $\rho_{взв}$ и $\rho_{д}$ – критические мутности взвешенных и донных наносов для потока сформированного в заиленной части верхнего бьефа; ρ_0 – мутность потока реки в бытовых условиях.

Формулу (7) необходимо учесть при расчете заиления верхних бьефов.

Критическая мутность взвешенных наносов вычисляется по формуле К.И.Байманова, представляющая собой дальнейшее развитие идеи А.Н.Гостунского:

$$\rho_{взв} = \frac{\alpha\gamma}{\delta} \cdot B \cdot \frac{U_*}{\bar{W}} \cdot Fr \left(\frac{\sqrt{g}}{C} \right)^2, \quad (8)$$

где: $U_* = \sqrt{ghi}$ – динамическая скорость потока; \bar{W} – средняя гидравлическая крупность наносов, определяемая по формуле (1); $\alpha = \sqrt{|U'|^2} / U_*$ – коэффициент скорости; Fr – число Фруда; B – коэффициент транспортирующей способности потока.

Количество донных наносов принимаем в размере 10-11 % от взвешенных или определяем по формуле Г.И.Шамова:

$$q = K \left(\frac{U_{cp}}{U_0} \right)^3 (U_{cp} - U_0) \left(\frac{d_{cp}}{H} \right)^{0,25}, \quad (9)$$

где: $K = 0,95\sqrt{d_{cp}}$ – коэффициент, учитывающий состав донных отложений; U_{cp} – средняя скорость на вертикали; U_0 – средняя скорость, при которой прекращается движение наносов; d_{cp} – средний диаметр донных наносов; H – глубина на вертикали.

Уклон, соответствующей предельному заилению верхнего бьефа рекомендуется определять по формуле В.С.Лапшенкова:

$$J_{пр} = 0,00625(\rho\bar{W})^{0,7} \cdot Q^{-0,095} \quad (10)$$

где: $\rho\bar{W}$ – бытовая нагрузка потока мелкопесчаными наносами при руслоформирующем расходе Q .

Предельно заиленный объем верхнего бьефа рекомендуется определять по формуле Г.И.Шамова:

$$W_n = W(1 - (w_p / w_0))^{1,7}, \quad (11)$$

где: w_p – поперечное сечение реки в бытовых условиях; w_0 – поперечное сечение бьефа на ближайшем к плотине участке.

Как показали материалы исследований, поперечное сечение русла, формируемого потоком в своих отложениях, близки по форме к кривой, описанной параболой третьей степени, поэтому можно принять:

$$w = \frac{3}{4} H_{\max} \cdot B \quad (12)$$

и

$$H_{\max} = 1,33H_{cp} \quad (13)$$

Размеры поперечного сечения, формируемого потоком русла определяются по рекомендуемым нами зависимостям:

$$B = 1,5\sqrt{Q/U_*} \quad (14)$$

и

$$H_{cp} = 0,043\sqrt{Q/U_*} \quad (15)$$

где: Q – расход воды; $U_* = \sqrt{ghi}$ – динамическая скорость.

Отметка дна Δ_ϕ русла сформированного потоком в верхнем бьефе в створе на расстоянии l_x от плотины определяется по формуле:

$$\Delta_\phi = \Delta_\delta + H_{II} - (i_\delta - i_0)l_x - H_{cp}, \quad (16)$$

где: Δ_δ – бытовая отметка дна в створе; i_0 – уклон дна, сформированного в заиленном верхнем бьефе русла; i_δ – уклон дна в бытовых условиях; H_{cp} – средняя глубина сформированного русла; H_{II} – глубина подпорного бьефа у плотины.

Первоначальную кривую подпора верхнего бьефа гидроузла рекомендуется строить по упрощенному способу Р.Р.Чугаева, которое сводится к решению уравнения неравномерного движения по участкам. Значения функции $F(\eta)$ определяются по таблице Б.А.Бахметьева для всех участков русел при гидравлическом показателе $\chi = 4$.

Для определения общей длины подпора может быть использована рекомендуемая С.Т.Алтуниным приближенная зависимость в виде:

$$L = \Delta H / \mathcal{J}_\delta - \mathcal{J}_y, \quad (17)$$

где: L – длина призмы заиления; ΔH – разница между отметками подпорного и бытового уровня воды; \mathcal{J}_δ – бытовой уклон водной поверхности; \mathcal{J}_y – уклон перед плотиной после создания подпора.

Длина распространения призмы отложений в подпертых бьефах достигает: в конце I этапа – 2 длин; в конце II этапа – 5 длин; в конце III этапа – 7 длин.

Длительность этапов формирования определяется по зависимости:

$$T = W / \varepsilon G, \quad (18)$$

где: T – длительность занесения подпертого бьефа; W – объем занесения; G – твердый сток; $\varepsilon = (\rho_{\text{вх}} - \rho_{\text{вых}}) / \rho_{\text{вх}}$ – коэффициент осветления воды в подпертом бьефе ($\rho_{\text{вх}}$ и $\rho_{\text{вых}}$ – соответственно входящая и выходящая мутность).

Продолжительность этапов формирования главным образом зависит от величины подпора, уклона участка и величины твердого стока. Для плотин с подпором до 5 м в равнинных участках рек I этап не превышает 3-5 лет, а II этап находясь также в зависимости от упомянутых факторов и от величины водозабора по данным ряда гидроузлов составляет 7-8 лет и III этап более 20 лет.

При расчете заиления подпертых бьефов на реках, транспортирующих большое количество взвешенных наносов, объем заиления за расчетный период на участке подпора определяется по формуле:

$$W_3 = 1,1(\rho_{\text{вх}} - \rho_{\text{вых}})86,4Qt / \gamma_n, \text{ м}^3 \quad (19)$$

где: t – продолжительность расчетного периода в сутках; γ_n – объемный вес наносов, т/м³.

Расчет занесения проводится от створа, где закончилось заиление. Далее по формулам (12)-(15) вычисляются элементы поперечного сечения, а затем характеристики дополнительного подпора при занесении.

Исходя из геометрической схематизации процесса занесения можно определить продолжительность занесения верхнего бьефа по формуле:

$$t_{\text{дон}} = \gamma_H h_{\text{нр.отл.}}^2 / [2(i - i_0)q_H], \quad (20)$$

где: γ_H – плотность наносов в отложениях; $h_{\text{нр.отл.}}$ – средняя высота фронта призмы отложений на момент начала поступления наносов в нижний бьеф (по данным исследований $h_{\text{нр.отл.}} = 1,5-2,0$ м); i_0 – продольный уклон поверхности призмы отложений на тот же момент времени ($i_0 = \Delta H / L_{\text{нр.отл.}}$); i – продольный уклон реки; q_H – удельный расход донных наносов (принимается по данным наблюдений).

Далее определяется объем занесения на всей длине дополнительного подпора за расчетный интервал времени:

$$W_{\text{дон}} = G_{\text{дон}} \cdot t_{\text{дон}} / \gamma_H \quad (21)$$

где: $G_{\text{дон}}$ – годовой сток донных наносов, участвующих в занесении; γ_H – их объемный вес; $t_{\text{дон}}$ – время от начала аккумуляции наносов до момента продвижения нижней границы занесения в расчетный створ.

Проблема борьбы с занесением подпертых бьефов приобретает в настоящее время большую актуальность и народнохозяйственную значимость. Одним из эффективных способов борьбы с отложившимися наносами являются промывки подпертых бьефов. Порядок расчета промыва отложившихся наносов приведены в параграфе 4.5 в диссертации.

По мере занесения подпертого бьефа все гидравлические элементы потока восстанавливаются до величины бытового режима.

Следует отметить, что прохождение паводковых расходов через щитовую плотину на I-этапе формирования бьефов при всех открытых затворах (23 пролета) высотой от 1,65 до 3,5 м показало близкую к пропускной способности ($\mu = 0,46$), на II и III этапе формирования бьефов относительно низкую пропускную способность щитовой плотины с коэффициентом расхода ($\mu = 0,33$), а также низким подпором (до $\Delta Z=0,20$ м) (рис. 3). Такое снижение пропускной способности щитовой плотины связано с переформированием русловых процессов.

Ход русловых переформирования бьефов низконапорных гидроузлов можно прогнозировать по материалам наблюдений службы эксплуатации узла и по данным ближайших постов УГМС. В результате анализа этих данных нами разработан метод оценки прогноза хода русловых процессов в бьефах речного гидроузла. Так, для прогноза хода заиления и занесения верхнего бьефа Тахиаташского гидроузла данные наблюдений нанесены на стандартную кривую зависимости $Q=f(H)$ на посту Кипчак построенного в первые годы и последующие периоды эксплуатации узла (рис. 4.3 приведен в диссертации).

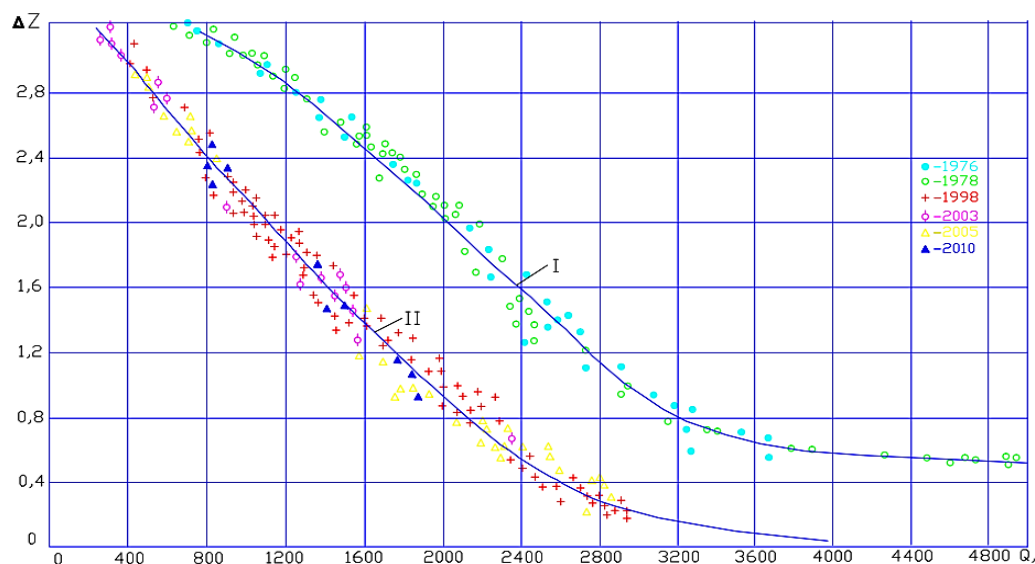


Рис. 3. Снижение пропускной способности щитовой плотины Тахиаташского гидроузла в процессе эксплуатации:

I – кривая–характеризует незатопленный режим работы щитовой плотины; *II* – кривая–характеризует и затопленный режим работы щитовой плотины.

По расположению этих кривых можно сделать вывод о том, что интенсивное занесение верхнего бьефа наблюдалось после 1990-годы и к 2010-году толщина слоя занесения на посту Кипчак составлял 1,0 м, следовательно, распространение длины кривой подпора доходило несколько километров выше поста Карамышташ (76 км) (рис. 4).

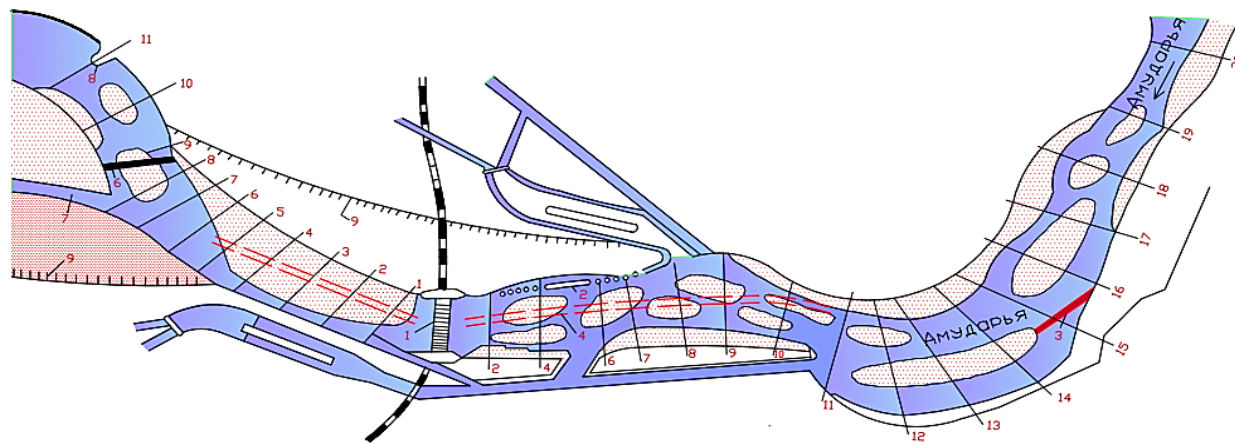


Рис. 4. Рекомендуемая схема регулирования русловых процессов в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла на р.Амударье (Межень, 2019 г.):

1 – плотина; 2, 3 – продольные земляные дамбы с каменным покрытием; 4, 5 – пионерные прорези; 6 – земляная перемычка; 7 – спрямление излучин; 8 – шпора №1; 9 – границы коренного берега.

В результате интенсивного занесения и переформирования русла верхнего бьефа возникли ряд серьезных осложнений при эксплуатации гидроузла и условий водозабора. Поэтому были разработаны и переданы производственной организации несколько рекомендаций по регулированию русловых процессов в верхнем бьефе (рис. 4). Было предложено устройство пионерной прорези по оси водосбросного сооружения (щитовой плотины), и в двух местах насыпные дамбы, которые в сочетании крайними двумя сквозными дамбами позволили потоку разработку русла в паводковый период и обеспечить безопасную работу Тахиаташского гидроузла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Научное обоснование закономерности и методов расчета русловых переформирования верхнего бьефа низконапорных плотин» представлены следующие выводы:

1. Анализ теоретических, натуральных и экспериментальных исследований, а также наблюдений по эксплуатации сооружений позволяет сделать выводы, что в настоящее время наиболее актуальной является проблема прогноза хода русловых процессов переформирования бьефов низконапорных гидроузлов на равнинных реках, несущих большое количество наносов, включающая гидравлические условия работы и компоновку водозаборных узлов, и возможности неблагоприятного влияния переформирования бьефов на условия водозаборов и на работу узла в целом.

2. На основе многолетних наблюдений за гидравлическим режимом работы низконапорного гидроузла разработан метод, позволяющий оперативно определить условия работы основных сооружений и водозаборов в каналы по водности рек, с коэффициентами водозабора: $K_v = 0,90$ – маловодные годы; $K_v = 0,25$ – многоводные годы, $K_v = 0,55$ – годы средней водности.

3. По результатам исследований определено, что объем предельного заиления за 10 лет эксплуатации гидроузла составил 21,60 млн.м³ (почти равен предельному заилению русла $\eta_v = 0,98$) а средняя отметка дна поднялась на 1,5 – 2,0 м. Из этого следует, что формирование верхнего бьефа завершилось через 10 лет эксплуатации. Таким образом, процесс заиления завершился на участке 17,5 км и продолжалось занесение, то есть удлинение кривой подпора вверх по течению более 50 км.

4. Проведенные расчеты сравнения объемов заиления на участках исследований, по методам Ф.Ш.Мухамеджанова и В.С.Лапшенкова, с объемами, определенными по данным промеров, показали, что расчетные объемы отложения отличаются от измеренных на 10-12 %, а в периоды прохождения паводковых расходов на 60 %, что дало возможность неучитывать промыв наносных отложений.

5. На основе анализа существующих упрощенных балансовых методов и данных натуральных исследований разработан инженерный метод оценки переформирования русловых процессов в верхнем бьефе низконапорных плотин, позволяющий неблагоприятные сюжеты для нормальной эксплуатации гидроузлов.

6. Результаты натуральных и экспериментальных исследований показали, что для приближенного расчета занесения подпертых бьефов необходимо учитывать характерные моменты в процессе формирования бьефов. С учетом этих факторов разработана классификация этапов формирования занесения бьефов низконапорных плотин равнинных рек.

7. Разработаны рекомендации по приближенному расчету занесения бьефов на участках дополнительного подпора, образованных призмой

отложений наносов. Предложены формулы в верхнем бьефе для определения относительного уклона и координаты кривого дополнительного подпора, продолжительности и объема занесения.

8. Разработан простой гидрометрически обоснованный метод оценки прогноза русловых процессов в бьефах гидроузлов, уровенными режимами рек. Сущность метода заключается в том, что, используя многолетние данные УГМС и службы эксплуатации и их сравнения на стандартных кривых $Q = f(H)$ для верхнего и нижнего бьефов, можно контролировать за ходом русловых процессов и уловить возникновение нежелательных ситуаций.

9. Разработаны практические рекомендации по борьбе с занесением бьефов низконапорных гидроузлов, в основном, регулированием потока регуляционными сооружениями (продольными дамбами и прорезями), и промывами подводящего и отводящего русла по схеме «занесение – промыв».

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.T.10.02 AT TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION
AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

KARAKALPAK STATE UNIVERSITY

BAIMANOV RUSLAN KENESBAEVICH

**SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF REGULARITIES AND METHODS
FOR CALCULATING THE RIVER REFORMING OF THE UPPER LOOP
OF LOW-PRESSURE DAMS**

05.09.07 – Hydraulics and Engineering hydrology

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2021

The subject of doctor of philosophy the dissertation has been registered by the Supreme Attestation Commission by the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan B.2020.4.PhD / T.1486

The doctoral dissertation has been prepared at the Karakalpak State University named Berdakh. The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on website Scientific Council (admin@tiame.uz) and Information-educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific advisor: **Bazarov Dilshod Raimovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Eshev Sobir Samatovich**
doctor of technical sciences, professor
Gapparov Furkat Akhmatovich
doctor of technical sciences, associate professor

Leading organization: **Tashkent Institute of architecture and construction**

The defense of the thesis be held «11» June 2021 at 16⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council DSc. 03/30/12.2019.T.10.02 at the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyazi street 39. Tel: (+99871) 237-22-09; Fax: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz).

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (registration number № 166). Address: 100000, Tashkent, Kari Niyazi Street 39. Tel.: (+99871) 237-19-45, admin@tiame.uz.

Abstract of dissertation was sent «26» May 2021 y.
(register of the distribution protocol № 21 from «26» May 2021 y.



T.Z.Sultanov
Scientific Council awarding
Scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

A.A. Yangiev
Secretary of the Scientific Council
Awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

E.J. Makhmudov
Chairman of the academic seminar under the Scientific Council
Awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of the dissertation of doctor of (PhD) philosophy)

The aim of the research is the scientific substantiation of methods for calculating and forecasting channel processes, as well as the study of the regularities of the reformation of a low-pressure dam in the upstream.

The object of research is the upper part of the Takhiatash hydroelectric complex, built in the lower reaches of the Amu Darya River.

The scientific novelty of the research is fallows:

has been improved the method for calculating the curves of the backwater and the slope of the water surface of the stream with taking into account the peculiarities of water movement in the upper reach of a low-pressure shield dam;

developed classification of the stages and timing of the formation of channel processes in the upper reach of a low-pressure dam, with taking into account the relative turbidity of the flow, sedimentation area, length of propagation of the backwater and the depth of deformation;

has been developed method for determining channel processes in the upper reach of a low-pressure dam, with taking into account the distribution of sediment deposits along the length of the backwaters, the length of the backwater, and the time of sedimentation;

was developed hydraulic scheme of the pioneer cut, with taking into account the hydrological regime of the river, which allows reliable operation of a low-pressure shield dam.

Introduction of research results. Based on the research results obtained on the regulation of channel processes in the upper reach of low-pressure dams:

scientifically substantiated methods for forecasting channel reformation in the upstream and a hydraulic method for determining the throughput of a shield dam have been introduced at the Takhiatash low-pressure hydroelectric complex in the downstream of the Amu Darya administration of the Amu Darya Basin Water Management Association under the Ministry of Water Resources (Certificate of the Ministry of Water Resources No. 04 / 20-3221 dated October 28, 2020). The implementation of the results of scientific research increases the reliability and efficiency of operations, makes it possible to predict the degree of channel entry and the propagation length of the backwater curve in the upper reach of the hydroelectric complex;

an improved method for calculating the assessment of the river bed deformation at the backwater areas of the hydroelectric complex was introduced in the design of straightening slots in the headwater of the Takhiatash hydroelectric complex and nodal structures on the reconstructed canals of the Kyzketken UIS by the Karakalpak subsidiary of the Institute UzGIP LLC under the Ministry of Water Management (Reference of the Ministry of Water Resources No. 04/20 -3221 dated 28 October 2020). The results made it possible to obtain reliable indicators of channel deformation in the upstream of channel structures;

recommendations for improving the operation of water intakes into canals and conducting periodic flushing of sediment deposits in the zone of influence of water

intakes have been introduced at large junction structures of the Amudarya river basin by the downstream of the Amu Darya Irrigation Department under the Ministry of Water Management (Certificate of the Ministry of Water Resources No. 04 / 20-3221 dated October 28, 2020). The results made it possible to improve the conditions of water intakes, ensure the safety of water intake from the river and increase the water supply of irrigated lands.

The volume and structure of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. The volume of dissertation is 117 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Байманов Р.К., Калбаев Р.З. О моделировании размываемых русел // Вестник Каракалпакского филиала АНУз, – 2008, – №2, – С. 24-25. (05.00.00.№19).

2. Байманов К.И., Байманов Р.К. Исследования переформирования подводящего русла верхнего бьефа Тахиаташского гидроузла и условия протекания потока в каналы // Проблемы механики. – Ташкент: Фан, – 2010, – №1, – С. 13-17. (05.00.00. № 6).

3. Байманов К.И., Бекимбетов М., Байманов Р.К. Обобщенное уравнение транспортирующей способности потока // Вестник ТашГТУ, – 2010, – №1-2, – С. 9-14. (05.00.00. №16).

4. Байманов К.И., Турдымуратов Ж.А., Байманов Р.К. О пропускной способности гидротехнических сооружений на ирригационных каналах // ТашГТУ, – 2010, – №3, – С.193-196. (05.00.00. №16).

5. Байманов К.И., Кошеков Р.М., Байманов Р.К. Режимы работы каналов при плотинном водозаборе на Амударье // Мелиорация и водное хозяйство. – Москва. – 2011, – №3, – С. 40-42. (05.00.00. №51).

6. Байманов К.И., Калбаев Р.З., Байманов Р.К. К вопросу о расчете занесения подпертых бьефов низконапорных плотин // Проблемы механики. – Ташкент. Фан, – 2011, – №3, – С. 28-31. (05.00.00. № 6).

7. Байманов К.И., Калбаев Р.З., Байманов Р.К. Инженерный метод оценки заиления русловых водохранилищ // Проблемы механики. – Ташкент. – 2012, – №2, – С. 37-40. (05.00.00. № 6).

8. Байманов Р.К. Переформирование русел рек в нижних бьефах низконапорной плотины// Журнал Проблемы механики. – Ташкент. – 2014, – №1, – С. 47-51. (05.00.00. № 6).

9. Байманов Р.К. К вопросу формирования русел в бьефах низконапорных плотин на равнинных участках рек // Проблемы механики. –Ташкент. – 2016, – №1, – С. 28-31. (05.00.00. № 6).

10. Байманов Р.К., Байманов К.И. Учет природных деформаций русел рек при проектировании мостовых переходов // Проблемы механики. –Ташкент. – 2018, – №1, – С. 17-21. (05.00.00. № 6).

11. Байманов Р.К. О методах расчета переформирования нижних бьефов речных гидроузлов // Проблемы механики. –Ташкент. – 2018, – №3, – С. 83-87. (05.00.00. № 6).

12. Байманов К.И., Назарбеков К.К., Байманов Р.К., Метод расчета осаждения наносов в ирригационных отстойниках // Проблемы механики. – Ташкент. – 2019, – №3, – С. 22-27. (05.00.00. № 6).

13. Байманов К.И., Байманов Р.К., Назарбеков К.К. Установление объема заиления отстойников и организация очистных работ в условиях

плотинного водозабора // Фан ва жамият. – 2020, – №2, – С. 2-6. (05.00.00. № 37).

14. Байманов К.И., Назарбеков К.К., Байманов Р.К. Исследование режима работы ирригационных отстойников в нижнем течении реки Амударья // Мелиорация и водное хозяйство. – 2020, – №2, – С. 10-15. (05.00.00. №51).

15. Akhmedova T. et al. The hydro-ecological state assessment of piedmont rivers of the Republic of Uzbekistan in the climate change context // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – №. 1. – С. 012010. doi:10.1088/1757-899X/883/1/012010. (www.scopus.com).

16. Uralov B. et al. Influence of the shape of the pressureless trapezoidal channel and roughness on the pressure loss of the machine channels of the pumping stations // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – №. 1. – С. 012012. doi:10.1088/1757-899X/883/1/012012. (www.scopus.com).

И бўлим (И часть; И part)

17. Байманов Р.К. Особенности переформирования бьефов ирригационных гидроузлов на равнинных участках рек // Сб. статей по материалам XXIII международной научно-практической конференций. – №5 (21), – М.Изд. «Интернаука» – 2019. – С.16-20.

18. Байманов Р.К., Калбаев Р.З. К вопросу формирования русел в бьефах низконапорных плотин // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Развитие строительства и архитектуры в Республике Каракалпакстан», – КГУ, – Нукус, – 2011, – С. 70-72

19. Байманов Р.К. О влиянии отложения наносов в нижнем бьефе на пропускную способность сбросных отверстий низконапорной плотины // Тез. докл. X-Респ. науч. практ. конф. 24-25 мая 2011. – Ташкент, – ТИИМ, – 2011. – С. 209-210.

20. Байманов Р.К. О пропускной способности щитовой плотины Тахиаташского гидроузла // Тез. докл. XI-Респ. науч. практ. конф. 10-11 мая 2012. – Ташкент, – ТИИМ, – 2012. – С. 299-300.

21. Байманов Р.К. О процессах заиления верхних бьефов низконапорной плотины // Сборник материалов научно-практической конференции по теме «Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграцияси асосида архитектура-қурилиш соҳасини ривожлантириш муаммолари», – ҚМУ, – Нукус, – 2019, – С. 199-201.

22. Байманов К.И., Байманов Р.К., Регулирование речного стока при плотинном водозаборе в нижнем течении реки Амударья // Материалы международной научно-практической конференции «Экологические проблемы мелиорации и водного хозяйства АПК в условиях четвертой промышленной революции», Таразский Государственный Университет, – Тараз, – 2020, – С. 182-186.

Автореферат «IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA» илмий журнали
таҳририятида таҳриридан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме)
тилларидаги матнлари мослиги текширилди (29.01.2021 й.)

Босишга рухсат этилди: 12.05.2021 йил
Бичими 60x45 $\frac{1}{8}$, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 80. Буюртма: № 16.

“Innovatsiya-Ziyo” МЧЖ нашриётида чоп этилди.
Манзил: Тошкент шаҳри, Фарход кўчаси, 6-а уй.

