

**ԱԿԱԴԵՄԻԿՈՍ Ի.Վ.ԵՂԻԱԶԱՐՈՎԻ ԱՆՎԱՆ ԶՐԱՅԻՆ
ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԻ ԵՎ ՀԻԴՐՈՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**

ՎԱՀԱԳՆ ՊԱՐԳԵՎԻ ԲԱԼԶՅԱՆ

**ՀՈՒՆԱԶԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄ
ԵՎ ԿԻՐԱՌՈՒՄ ՀԻԴՐՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐՈՒՄ**

Ե.23.05 «Ջրատնտեսական համակարգեր և դրանց շահագործումը»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2019

**ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ И ГИДРОТЕХНИКИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.В. ЕГИАЗАРОВА**

БАЛДЖЯН ВААГН ПАРГЕВОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕОРИИ РУСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И
ПРИМЕНЕНИЕ В РАСЧЕТАХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.23.05 «Водохозяйственные системы и их эксплуатация»

Ереван – 2019

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ակադեմիկոս Ի.Վ.Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝ տեխ. գիտ.դոկտոր **Վ.Հ. Թոքմաջյան**

Պաշտոնական ընդիմախոսներ՝ տեխ.գիտ. դոկտոր, պրոֆ. **Ա. Յա. Մարգարյան**
տեխ.գիտ. դոկտոր, պրոֆ. **Ա.Ա. Սարուխանյան**

Առաջատար կազմակերպություն՝ «Հայքրնախագիծ ինստիտուտ» ՓԲԸ

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2019թ. հոկտեմբերի 11-ին, ժամը 16⁰⁰-ին, Ի.Վ. Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտում գործող ԲՈԿ-ի թիվ 055՝ «Ջրաբանություն» մասնագիտական խորհրդում: Հասցե՝ 0047, ք.Երևան, Արմենակյանի. 125:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Ի.Վ. Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2019թ. օգոստոսի 30-ին:
Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար
տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ՝



Հ.Գ. Քեխեչյան

Тема диссертации утверждена в институте водных проблем
и гидротехники имени академика И.В. Егiazарова

Научный руководитель:

доктор технических наук **В.О. Токмаджян**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **А.Я. Маркарян**

доктор технических наук, профессор **А.А. Саруханян**

Ведущая организация:

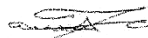
ЗАО «Айджрнахагиц институт»

Защита состоится 11 октября 2019г. в 16⁰⁰ часов на заседании специализированного совета 055 - «Гидрология» ВАК РА при институте водных проблем и гидротехники имени академика И.В. Егiazарова. Адрес: 0047, Ереван, ул. Арменакаяна 125.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института водных проблем и гидротехники имени академика И.В. Егiazарова.

Автореферат разослан 30 августа 2019г.

Ученый секретарь специализированного совета
кандидат технических наук, доцент



О.Г. Келеджян

Աշխատանքի արդիականությունը. Զրահուսքերում մշտապես ընթացող ողողումները և հոսանքով եկող ջրաբերուկների կուտակումները պատճառ են հանդիսանում հունների հատակագծային և հատկապես ուղղաձիգ տեսքերի ձևափոխմանը: Բնական հունային ձևափոխությունների հետ մեկտեղ՝ ջրահոսքերի վրա տեղակայվող տարատեսակ հիդրոտեխնիկական կառույցվածքների (ջրամբարներ, կամրջային գետանցումներ, ավապաշտպան հենապատեր, ջրառի գլխամասային հանգույցներ, հակասելավային կառույցվածքներ և այլն) պատճառով պարբերաբար աճում է արհեստականորեն խթանված ուղղաձիգ հունաձևափոխությունների տեսակարար բաժինը: Մի դեպքում ջրաբերուկների կուտակումները, մեկ այլ դեպքում հունային ողողումները ձևափոխում են գետերի հատակի տեսքերը: Առանց այդ ձևափոխությունների կանխատեսման անհնար է հաշվարկել գետային կառույցվածքների հիմնատակերի նիշերը (ողողման դեպքում) կամ պատնեշների բարձրությունները (թերվածքների կուտակման դեպքում): Սակայն մինչ այժմ չի առաջարկված բոլոր ուղղաձիգ հունաձևափոխությունները ընդհանրացնող տեսական մոդել, որի մասնավոր կիրառումները հնարավորություն կտային լուծելու ինչպես բնական ծագման, այնպես էլ արհեստականորեն խթանված հունաձևափոխությունների առանձին խնդիրներ: Ինչպես ցույց են տալիս հունային ձևափոխություններին առնչվող խնդիրների առկա վիճակի ուսումնասիրությունները առաջարկված կանխատեսման եղանակները և մեթոդները ունեն զգալի թերություններ, իսկ առանձին խնդիրների դեպքերում էլ դրանք բացակայում են: Նշվածը հաճախ պատճառ է հանդիսանում հիդրոտեխնիկական կառույցվածքների շահագործման դժվարությունների կամ վթարային իրավիճակների առաջացմանը:

Բերված մեկնաբանությունը հիմք է տալիս փաստելու, որ ջրահոսքերում հունների ձևափոխությունների հիմնահարցը գիտական և գործնական տեսակետից արդիական է և ունի կարևոր տնտեսական նշանակություն:

Աշխատանքի նպատակը. Մշակել բնական և արհեստական ծագում ունեցող հունային ուղղաձիգ ձևափոխությունները նկարագրող համապիտանի տեսական մոդել և դրա կիրառմամբ ստանալ հիդրոտեխնիկական կառույցվածքների մոտ ընթացող ձևափոխությունների որոշման հաշվարկային մեթոդներ:

Ուսումնասիրության հիմնական խնդիրները

Նշված նպատակին հասնելու համար դրվել են հետևյալ խնդիրները.

- հունային վերափոխությունների հիմնահարցի ներկա վիճակի վերլուծության արդյունքում բացահայտել գոյություն ունեցող առաջարկների թերությունները և պարզել դրանց վերացման ուղիները,
- սահմանել հիմնահարցի դրվածքը, հիմնավորել ընդունված դրույթներն ու կանխավարկածները, մշակել երևույթի տեսական նկարագրման հայեցակարգը,
- ճշգրտել օգտագործված հավասարումների առանձին անդամների որոշման եղանակները և հիմնավորել օգտագործվող հավասարումների ու կապերի կիրառելիության շրջանակները,

- մշակել հունափոխության արդյունքում ձևավորված նոր հատակի դիրքի կանխատեսման համապիտանի տեսական մոդել և կատարել դրա քանակական ու որակական վերլուծությունը,
- ստանալ բնական հուների ձևաչափական պարամետրերի որոշման օրինաչափությունները և իրականացնել համեմատական վերլուծության,
- տեսական մոդելի հիման վրա մշակել հաշվարկային մեթոդներ գետերի կամրջային անցումներում ողողումների մեծության որոշման և հակասելավային պատնեշների մոտ կուտակված բերվածքների վերին մակերևույթի դիրքի կանխատեսման համար:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

Ատենախոսության գիտական նորույթն են կազմում.

- բնական ծագում ունեցող և գետային կառուցվածքների մոտ ընթացող ուղղաձիգ հունային ձևափոխություններն որպես մեկ ընդհանուր երևույթ ներկայացնելու վերաբերյալ հիմնավորումները,
- հիմնահարցի դրվածքի սահմանման նպատակով հունային ձևափոխությունների կայունացման փուլում ընթացող երևույթի պարզաբանումը, այն պայմանավորող գործոնների բացահայտումը և երևույթի մաթեմատիկական մոդելավորման հայեցակարգը,
- երևույթը նկարագրող համապիտանի մաթեմատիկական համակարգը, հիմնարար հավասարումների անդամների ճշգրտման արդյունքները և օգտագործվող օրինաչափությունների կիրառելիության հիմնավորումը,
- հունային ձևափոխությունների կանխատեսման համար ստացված դիֆերենցիալ համապիտանի հավասարման քանակական վերլուծության արդյունքները, ջրահոսքի բնական տարբեր պայմաններում,
- նշված հավասարման որակական վերլուծության միջոցով հուների հատակի հնարավոր երկայնական տեսքերի բացահայտումը,
- հիդրոտեխնիկական կառուցվածքներին առնչվող խնդիրներում եզրային և նախնական պայմանների բացահայտումն ու հիմնավորումը, կառուցվածքների մոտ հունաձևափոխությունների պարամետրերի համար ստացված լուծումները:

Պաշտպանության են ներկայացվում աշխատանքի գիտական և գործնական հետևյալ արդյունքները

- հունային վերափոխությունների հիմնահարցում ընդգրկված խնդիրների ներկա վիճակի գնահատման քանակական և որակական վերլուծությունը,
- քննարկվող հիմնահարցի դրվածքը, այն նկարագրող հավասարումներն ու օրինաչափությունները, որոնց փակվող համակարգն ամբողջացնում է հունային փոխությունների կանխատեսման համապիտանի տեսական մոդելը,
- տեսական մոդելի լուծման միջոցով ստացված հունաձևափոխությունների երևույթը նկարագրող դիֆերենցիալ համապիտանի հավասարման առանձին անդամների ազդեցության քանակական և որակական գնահատման արդյունքները,
- բնական հուների ձևաչափական պարամետրերի որոշման համար ստացված օրինաչափությունները, դրանց համեմատական վերլուծության արդյունքները,

- գետերի կամրջային անցումներում առաջացող դեֆորմացիաների, հակասելավային պատնեշների և գլխամասային հանգույցների դիմաց կուտակված բերվածքների վերին մակերևույթի դիրքի կանխատեսման համար մշակված մեթոդները,
- այդ մեթոդների կիրառման միջոցով ջրահոսքի տարբեր պայմաններում հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների մոտ ընթացող հունաձևափոխությունների կանխատեսման հաշվարկների արդյունքները:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը

Ատենախոսության մեջ ստացված արդյունքները.

- հունային վերափոխությունների կանխատեսման մեթոդը հնարավորություն կտա գետերի երոզիոն բազիսի իջեցման կամ հարթավայրային տեղամասերում բերվածքների կուտակման ժամանակ որոշել տնտեսական գործունեության համար վտանգավոր տարածքների սահմանները,
- հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների մոտ հունաձևափոխությունների կանխատեսման առաջարկները կարող են օգտագործվել նախագծային աշխատանքներում ջրընդունիչ գլխամասային հանգույցների և սելավապահ պատնեշների չափերի հաշվարկներում, ինչպես նաև կամրջային հենարանների հիմնատակերի նիշերը որոշելիս,
- հունաձևաչափական պարամետրերի որոշման օրինաչափությունները կարող են կիրառվել ջրահոսքի հունի արհեստական փոփոխությունից հետո հաստատվող նոր պայմանները կանխատեսելիս,
- ատենախոսությունում կատարված ուսումնասիրությունները կարող են օգտագործվել հունային վերափոխությունների կանխատեսման ուղղությամբ կատարվելիք հետագա աշխատանքներում:

Հետազոտությունների մեթոդաբանությունը

Քննարկվող հիմնահարցի հավաստի դրվածք սահմանելու նպատակով ուսումնասիրվել են հունային գործընթացների ուղղությամբ գրականության մեջ առկա լաբորատոր փորձարարական և բնական հետազոտությունների արդյունքները, մեկնաբանվել դրանց ֆիզիկական և մաթեմատիկական մոդելներն ու ընդունված դրույթներն: Վերլուծվել և վեր են հանվել առկա թերություններն ու սխալները: Ստացված արդյունքները հնարավորություն են տվել բացահայտել ուսումնասիրվող երևույթի ֆիզիկական հավաստի նկարագիրը և մշակել համապիտանի մաթեմատիկական մոդել: Կատարվել են հավասարումների, կապերի և մասնավոր խնդիրների եզրային պայմանների կիրառելիության հիմնավորումներ և համապիտանի տեսական մոդելի մասնավոր լուծումներով ստացվել գործնական տարբեր խնդիրների հաշվարկային մեթոդներ:

Տեսական լուծումների քանակական վերլուծման ընթացքում կիրառվել են հաշվողական Excel և MATHCAD ծրագրեր, իսկ փորձնական տվյալների մշակման համար օգտագործվել վիճակագրական մեթոդներ:

Ատենախոսության արդյունքների նախափորձաքնությունը

Աշխատանքի հիմնական դրույթները և ստացված արդյունքները զեկուցվել են.

- «Ջրային տնտեսության, շրջակա միջավայրի պահպանման, ճարտարապետության և շինարարության ժամանակակից հիմնախնդիրները» V միջազգային գիտաժողովում, Թբիլիսի, 16-19 հուլիս, 2015թ.,
- «Սելավային հոսանքներ, աղետներ, կանխատեսում և պաշտպանություն» սելավագետների 5-րդ միջազգային գիտաժողովում, Թբիլիսի, 1-5 հոկտեմբեր 2018թ.,
- «Ջրային տնտեսության, ճարտարապետության և շինարարության ժամանակակից հիմնախնդիրները» VIII միջազգային գիտատեխնիկական գիտաժողովում, 2-5 նոյեմբեր, Վրաստան, 2018թ.,
- «Շինարարություն և էներգետիկական պոտենցիալի օպտիմալացում» XV միջազգային գիտաժողովում, Ջեստոջվա, Լեհաստան, 5-8 դեկտեմբեր, 2018թ.,
- Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարանի Ճարտարապետաշինարարական ֆակուլտետի խորհրդում 28 հունիսի, 2019թ.,
- «Ջրային տնտեսության, ճարտարապետության և շինարարության ժամանակակից հիմնախնդիրները» IX միջազգային գիտատեխնիկական գիտաժողովում, 22-27 հուլիս, Թբիլիսի, 2019թ.:

Գիտական հրապարակումները

Ատենախոսության թեմայով առկա են 9 տպագրված աշխատանք և մեկ մենագրություն համահեղինակով: Այդ աշխատանքներում ներկայացված են ատենախոսության հիմնական դրույթները, մշակումները և արդյունքները:

Ատենախոսության ծավալը

Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, 3 գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից, օգտագործված՝ թվով 97 անուն գրականության ցանկից և հավելվածներից: Աշխատանքը շարադրված է 124 մեքենագիր էջի վրա, որից 6-ը կազմում են հավելվածները: Առկա է 46 նկար և 21 աղյուսակ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ատենախոսության առաջին գլուխը նվիրված է ջրահոսքերում առաջացող ուղղաձիգ հունային ձևափոխությունների տեսակների, այդ հիմնահարցի արդի վիճակի և կանխատեսման եղանակների քննադատական վերլուծությանը: Մեծ ու փոքր գետերի հուններում մշտապես ընթացող ողողումների և հոսանքով եկող ջրաբերուկների կուտակումների պատճառով փոխվում են հունների հատակագծային և հատկապես ուղղաձիգ տեսքերը: Այս բնական երևույթը կտրուկ արագանում է հատկապես տեղատարափ անձրևների և արագ ձնհալի ժամանակ, երբ հուններով անցնում են հեղային հոսանքներ: Հաճախ մեկ-երկու ժամվա ընթացքում առաջացած հունաձևափոխությունների չափը կարգով ավելին է լինում գետերի բնական հոսքերի պայմաններում գրանցված տարեկան մեծությունից: Բացի բնական պատճառներից գետահոսքերում հունային ձևափոխություններ առաջանում են նաև գետերի վրա տարատեսակ ինժեներական կառույցների տեղադրման ժամանակ: Վերջին կես դարում նախալեռնային շրջանների լայնամասշտաբ յուրացումներն ուղեկցվում են բազմաթիվ հիդրոտեխնիկական կառույցների շինարարությամբ (ջրամբարներ, կամրջային անցումներ, հակասելավային կառուցվածքներ, ջրադի գլխամասային հանգույցներ և այլն): Դրա հետևանքով պարբերաբար աճում է արհեստականորեն խթանված հունաձևափոխությունների տեսակարար մասներաժինը:

Հունաձևափոխությունների ուսումնասիրվածության ներկա վիճակը կարելի է գնահատել անբավարար: Այս ասպարեզում աշխատող հեղինակների ճնշող մասը՝ մասնագիտացվել է հունային որոշակի երևույթի ուսումնասիրության մեջ: Գործնականում փորձում չի արվել գտնել այն ընդհանուր հիմնադրույթները և դրանց վրա կառուցված տեսական առաջարկները, որոնք կարող էին շաղկապել բոլոր տեսակի հունաձևափոխությունները: Նախագծային մշակումներում դեռ օգտագործում են այս կամ այն մասնավոր խնդրին հատուկ հաշվարկային եղանակներ, որոնցում հաճախ բացակայում է իրական երևույթի հավաստի նկարագիրը: Դա կառուցվածքի շահագործման ընթացքում բերում է բացասական լուրջ հետևանքների:

Ատենախոսական աշխատանքում վերլուծվել են տարբեր հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների մոտ ընթացող հունային ձևափոխությունների կանխատեսման համար բազմաթիվ հեղինակների կողմից կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները: Դրա հետ մեկտեղ համեմատական վերլուծության են ենթարկվել հիմնահարցի լուծումներում կարևոր դեր ունեցող մի քանի օժանդակ խնդիրների լուծումներ, և հատկապես, հոսանքի տանողունակության (ջրաբերուկային ելքի) որոշման վերաբերյալ: Մասնագիտական գրականության վերլուծության արդյունքում յուրաքանչյուր մասնավոր խնդրի լուծման առաջարկներում նշվել են դրանց դրական կողմերն ու առկա թերությունները: Այդ ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տվել ատենախոսության առաջին գլուխը եզրափակել եզրակացությամբ, որում ընդհանրացված կերպով տրվել են տարբեր հունաձևափոխությունների ուղղությամբ

կատարված աշխատանքներում առկա հիմնական թերությունները: Դա հիմք է ստեղծել սահմանելու ատենախոսության նպատակը և լուծման ենթակա խնդիրները:

Ատենախոսության երկրորդ գլխում ներկայացված են ուղղաձիգ հունային ձևափոխությունները նկարագրող համապիտանի տեսության մշակումները: Այստեղ խնդիր է դրվել ստանալ բնական և արհեստական ծագման բոլոր հունաձևափոխություններն ընդհանրացնող մաթեմատիկական այնպիսի մոդել, որի համատեղ լուծումը յուրաքանչյուր մասնավոր խնդրի համար սահմանվող եզրային ու նախնական պայմանների հետ հնարավորություն կտա առաջարկել հաշվարկային մեթոդներ հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների տեղակայումից և բնական պատճառներից առաջացող հունային ձևափոխությունները կանխատեսելու համար:

Ուսումնասիրվող երևույթի նկարագրման տեսական մոդելի կառուցման նպատակով աշխատանքում սահմանվել են հետևյալ հիմնական դրույթներն ու կանխավարկածները.

➤ առաջացած յուրաքանչյուր ուղղաձիգ հունային փոփոխություն ժամանակի ընթացքում ավարտվելու է և գետի տվյալ տեղամասը ձեռք է բերելու գործնականում կայունացած տեսք,

➤ հունաձևափոխության արդյունքում կայունացած նոր հունի հատակի թեքությունը և ընդլայնական չափերը պետք է ձեռք բերեն այնպիսի արժեքներ, որ ապահովվի դրա վրայով շարժվող հոսանքի ստացիոնար բնույթը, իսկ հոսանքի տանողունակությունը հունի երկայնքով դառնա հաստատուն,

➤ քանի որ գետի վերին, մեծ թեքությունների տեղամասում մշտապես ընթանում է հունի ողողում, իսկ ստորին, հարթավայրային տեղամասում հոսանքով եկած ջրաբերուկների կուտակում, ապա դրանց միջև անպատճառ պիտի գտնվի մի կայուն, սահմանային գետահատված, որտեղ գործնականում բացակայելու են ողողման կամ կուտակման երևույթները,

➤ հունային ձևափոխությունների կայունացված փուլը բնութագրող պարամետրերի արժեքները հիմնականում ձևավորվելու են այդ սահմանային գետահատվածը բնորոշող ելքային մեծություններով, իսկ նոր հունի թեքությունը ստացվելու է սահմանային հատվածի թեքությանը բավական մոտ:

Մշակվող տեսության համար ելակետային այս դրույթներն ու կանխավարկածները հաստատվում են բնօրինակային դիտարկումներով և տարբեր հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների համար կատարված լայնածավալ հաշվարկների արդյունքներով, որոնք ներկայացվում են ատենախոսության երրորդ գլխում: Հիմք ընդունելով վերոհիշյալ նյութը ուղղաձիգ հունային ձևափոխությունների հիմնահարցի համար սահմանվում է հետևյալ ընդհանուր դրվածք:

Ենթադրենք գետի որոշակի տեղամասում բնական կամ արհեստական պատճառներից սկսել են զարգանալ ուղղաձիգ հունաձևափոխություններ: Մինչ երևույթի սկսվելը հոսանքի և հունի հիդրոլոգիական, երկրաչափական և հիդրավլիկական ելքային փաստացի պարամետրերն են.

- հոսանքի և ջրաբերուկների ելքերը, հոսանքի տանողունակությունը - Q , Q_T , S ;
- հունի նախնական երկայնական թեքությունը և հատակի կորդինատը - i_p , z_p ;

- հունաձևափոխությունների տեղամասում հոսանքի նախնական խորությունը և լայնությունը, հատույթի մակերեսն ու թրջված պարագիծը, ինչպես նաև հատույթի միջին արագությունը $-h_p, b_p, A_p, \chi_p, V_p$ և այլն;

- հունի սահմանային տեղամասի պարամետրերն են $-i_0, b_0, A_0, \chi_0, V_0$ և այլն:

Որոշման ենթակա են ձևափոխությունների ավարտից հետո առաջացած նոր հունի և նրանով անցնող հոսանքի.

- հատակի կոորդինատներն ու թեքությունը (i, z) ;

- հոսանքի հիդրավլիկական պարամետրերը (h, b, A, χ, V) և այլն):

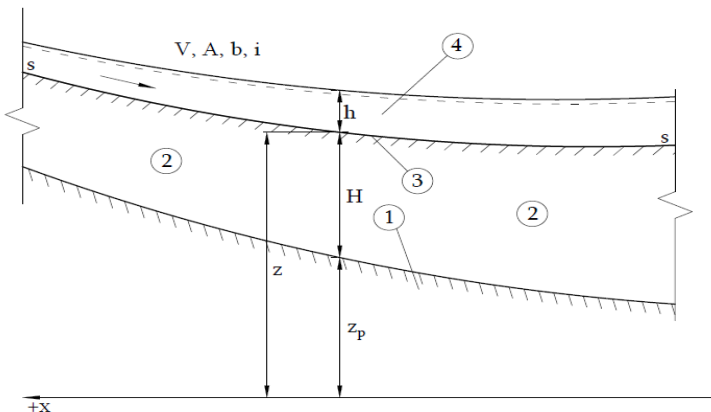
Ձևափոխության արդյունքում հաստատվում է կայունացած նոր հուն, որի երկայնական հատույթը բերված է նկ. 1 – ում: Այստեղ, որտեղ $S-S$ մակերևույթով նշված է հունի նոր հատակը: Հիմնահարցի նշված դրվածքի պայմաններում անհրաժեշտ է մշակել նոր հունի հատակի կոորդինատների և դրանով շարժվող հոսանքի հիդրավլիկական պարամետրերը որոշելու համապիտանի մաթեմատիկական համակարգ:

Նկարագրված պայմանների դեպքում ձևափոխված հունում ընթացող կայունացած շարժման համար կարող ենք կիրառել հիդրոդինամիկայի հիմնարար երեք հավասարումների համակարգը՝

- էներգիայի հաշվեկշռային կամ հոսանքի անհավասարաչափ շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը,

- հեղուկի անխզելիության հավասարումը ,

- բերվածքների կամ կոշտ ելքի հաշվեկշռային հավասարումը:



Նկ. 1. Ջրահոսքի տեղամասի երկայնական հատույթը հունային ձևափոխությունների ավարտական փուլում

1– հունի հատակը մինչ ձևափոխության սկսելը, 2– ջրաբերուկների կուտակումներ, 3– հունի նոր հատակը (կայունացված $s-s$ մակերևույթ), 4 – շարժման փաստացի տիրույթը:

$$-\left[\frac{dz}{dx} + \frac{dh}{dx} + \frac{d}{dx}\left(\frac{V^2}{2g}\right)\right] = \frac{dh_f}{dx}, \quad (1)$$

$$Q = VA = \text{const}, \quad (2)$$

$$Q_s = \text{const} \quad \text{կամ} \quad S = \text{const}, \quad (3)$$

որտեղ Q_s -ը բերվածքների ելքն է, S -ը հոսանքի տանողունակության չափազուրկ մեծությունը:

Տեսական հիմնական մշակումները սկսելուց առաջ ատենախոսության մեջ տրվում են նաև մի շարք կարևոր հարցերի լուծումներ, որոնցից են երկֆազ հեղուկի շարժման դեպքում էներգիայի ծախսի և բերվածքների ելքի ճշգրտումները, մաքուր ջրի շարժման (1) հավասարման կիրառելիության հիմնավորումը երկֆազ հեղուկի շարժման համար, երևույթում մասնակցող պարամետրերի չափազուրկ մեծությունների ներմուծումը և այլն:

Մի քանի հեղինակների կատարած լաբորատոր ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ հոսանքում կոշտ մասնիկների առկայությունը բերում է խորդուբորդության գործակցի զգալի մեծացման: Դա հաշվի առնելով կատարվել է (1) հավասարման աջ մասը ներկայացնող էներգիայի ծախսի մեծության նոր գնահատում:

Հաջորդ կարևոր ճշգրտումը կատարվել է ջրաբերուկային ելքի հաստատունության պայմաններում հոսանքի հիդրավլիկական պարամետրերի միջև նոր օրինաչափության օգտագործմանը: Բերվածքների ելքի համար մի քանի տասնյակ հեղինակների առաջարկների համեմատական վերլուծության արդյունքում ստացվել է հետևյալ ընդհանրացված օրինաչափությունը՝

$$\chi = A^a, \quad (4)$$

որտեղ a ցուցիչը հաշվի է առնում բանաձևերի բազմազանությունը՝ փոփոխվելով 2,7... 4,5 միջակայքում:

Շարժման (1) հավասարման հնարավոր կիրառելիությունը երկֆազ հեղուկի դեպքում պարզելու նպատակով օգտագործվել է Վ. Սանոյանի կողմից տեսականորեն ստացված չափորոշիչը: Դրա միջոցով բնօրինակային պայմանների համար ստացված նոր չափորոշիչի քանակական վերլուծությամբ սահմանվել են այն պայմանները, որոնց դեպքում նշված հավասարումը կիրառելի է նաև հեղեղային ու սելավային տուրբուլենտ հոսանքների համար:

Ատենախոսության մեջ լուծվել է նաև հունաձևափոխությունների երևույթը պայմանավորող պարամետրերի չափազրկության հարցը, որը կազմում է հիդրավլիկական մոդելավորման հիմքը և հնարավորություն է տալիս ստացված կապերը կիրառել և բնօրինակային գործընթացների և լաբորատոր ուսումնասիրությունների դեպքում: Որպես գծային մասշտաբ է ընդունվել հունի «սահմանային տեղամասի» b_0 լայնությունը՝ կարող ենք ներկայացնել.

$$\bar{x} = \frac{x}{b_0}, \quad \bar{h} = \frac{h}{b_0}, \quad \bar{b} = \frac{b}{b_0}, \quad \bar{z} = \frac{z}{b_0}, \quad \bar{A} = \frac{A}{A_0}, \quad \bar{\chi} = \frac{\chi}{\chi_0}, \quad \bar{R} = \frac{R}{R_0} = \frac{\bar{A}}{\bar{\chi}}, \quad \bar{V} = \frac{V}{V_0} = \frac{1}{\bar{A}}, \quad \bar{C} = \frac{C}{C_0}: \quad (5)$$

«Զրո» ինդեքսով մեծությունները վերագրված են ջրահոսքի «սահմանային տեղամասին»:

Օգտագործելով չափագուրկ պարամետրերը (1) - (4) հավասարումներում, կատարելով որոշակի ձևափոխություններ և ընդունելով x կոորդինատի դրական ուղղությունը շարժմանը հակառակ վերը նշված հավասարումների համակարգը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով..

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} + \frac{d\bar{h}}{d\bar{x}} - \frac{Fr_0}{\beta_0 \bar{A}^3} \frac{d\bar{A}}{d\bar{x}} = \frac{i_0}{C^2} \frac{\bar{V}^2}{\bar{R}}, \quad (6)$$

$$\bar{A} \cdot \bar{V} = 1, \quad (7)$$

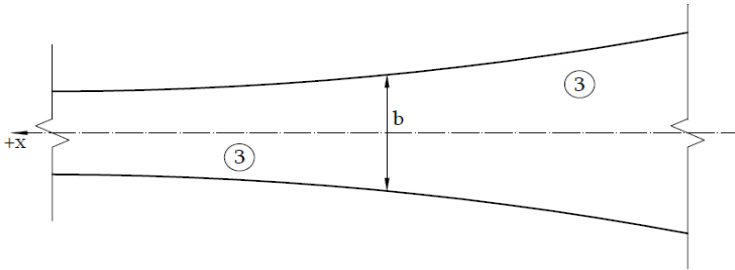
$$\bar{\chi} = \bar{A}^a, \quad (8)$$

որտեղ Fr_0 -ն Ֆրուդի թիվն է, β_0 - ն հոսանքի լայնության և խորության հայտնի հարաբերությունը:

Հավասարումների այս համակարգի լուծման ընթացքում օգտագործելով մի շարք հայտնի և հուսալի օրինաչափություններ ստանում ենք հետևյալ չափագուրկ գծային դիֆերենցիալ հավասարումը, որը կապ է հաստատում նոր հունի հատակի $\bar{Z}$ կոորդինատների, այդ հունով շարժվող հոսանքի խորության և կենդանի կտրվածքի մակերեսի միջև (նկ.1 և 2):

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} + \frac{d\bar{h}}{d\bar{x}} - \frac{Fr_0}{\beta_0 \bar{A}^3} \frac{d\bar{A}}{d\bar{x}} = i_0 \bar{d}_{OT}^{1/3} \bar{A}^{(4a-10)/3} : \quad (9)$$

որտեղ $\bar{d}_{OT}$ - հունը կազմող գրունտի մասնիկների միջին չափագուրկ տրամագիծն է:



Նկ. 2. Ջրահոսքի հատակագծային տեսքը հունաձևափոխությունների ավարտին
3- հունի հատակը ձևափոխությունից հետո (կայունացված s-s մակերևույթ):

Հետագա լուծումները շարունակելու համար անհրաժեշտ է որոշակիացնել հունի ընդլայնական հատույթի ձևը: Շարժման տիրույթի լայնական կտրվածքը ընդունելով ուղղանկյունաձև հունի կենդանի կտրվածքի մակերեսի և թրջված պարագիծի չափագուրկ մեծությունների համար ստացվում են.

$$\bar{A} = \beta_0 \cdot b \cdot \bar{h}, \quad (10)$$

$$\bar{\chi} = \frac{\beta_0}{\beta_0 + 2} (\bar{b} + 2\bar{h}): \quad (11)$$

Հաշվի առնելով (8) արտահայտությունը, համատեղ լուծելով (10) և (11) հավասարումները և կատարելով մի շարք պարզեցումներ հոսանքի խորության, կենդանի հատույթի մակերեսի և միջին արագության չափագուրկ մեծությունների համար՝ հունի լայնությունից կախված ստացվում են հետևյալ արտահայտությունները.

$$\bar{h} = \frac{1}{\beta_0} \frac{1}{\bar{b}^{-a}/a}, \quad (12)$$

$$\bar{A} = \bar{b}^{1/a}, \quad (13)$$

$$\bar{V} = \frac{1}{\bar{b}^{1/a}}: \quad (14)$$

Օգտագործելով այս արտահայտությունները որոշակի ձևափոխություններից հետո (9) դիֆերենցիալ հավասարումը ուղղանկյունաձև հատույթի դեպքում կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = \frac{1}{a\beta_0} \left(\frac{a-1}{\bar{b}^{-(2a-1)/a}} + \frac{Fr_0}{\bar{b}^{-(a+2)/a}} \right) \frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} + i_0 \bar{a}_{or}^{1/3} \bar{b}^{-(4a-10)/3a}: \quad (15)$$

Այսպիսով ուսումնասիրությունների արդյունքում ստացված դիֆերենցիալ (15) հավասարումը (12), (13) և (14) օրինաչափությունների հետ համատեղ ներկայացնում են ուղղանկյունաձև հատույթի դեպքում ուղղանիվ հունային ձևափոխությունների մաթեմատիկական համապիտանի մոդելը: Այն հնարավորություն է տալիս կանխատեսել փոփոխությունների արդյունքում հաստատված նոր հատակի $d\bar{z}/d\bar{x}$ թեքությունը և դրա վրայով շարժվող հոսանքի հիդրավիկական պարամետրերը: Նշված համակարգը կիրառելի է բոլոր տեսակի հունային փոփոխությունների և ջրաբերուկային տարբեր ռեժիմներ ունեցող հոսանքների համար: Յուրաքանչյուր մասնավոր խնդրի լուծում ստանալու համար անհրաժեշտ է ունենալ կամ սահմանել այդ խնդրին հատուկ եզրային և սահմանային պայմանները, որոնք արտահայտում են հունի լայնության փոփոխությունը գետի երկայնքով: Վերը նկարագրված եղանակով (9) դիֆերենցիալ հավասարման և (12), (13) ու (14) օրինաչափությունների տեսքեր կարելի է ստանալ նաև սեղանաձև, պարաբոլաձև, շրջանաձև կամ ավելի բարդ հատույթներով հունների համար:

Ատենախոսության մեջ կատարվել է (15) հավասարման անդամների քանակական ազդեցության գնահատումը $d\bar{z}/d\bar{x}$ մեծության վրա: Գետերի ելքային պարամետրերի իրատեսական լայն միջակայքում կատարված հաշվարկների արդյունքների և դրանց հիման վրա կառուցված գրաֆիկների վերլուծությունը վկայում է, որ նշված հավասարման մեջ հոսանքի խորության և կինետիկական էներգիայի փոփոխությունները (աջ մասի առաջին երկու գումարելիները) նոր հատակի թեքության վրա համեմատաբար էական ազդեցություն են թողնում միայն չափագուրկ լայնության փոփոխման $0 - 1$ միջակայքում: Այնուհետև դրանց ազդեցությունը կտրուկ նվազում է և այդ անդամները վերածվում են փոքր մեծությունների: Ինչ վերաբերվում է (15) հավասարման մեջ Ֆռուդի թիվի, β_0 հարաբերության և σ ցուցիչի ազդեցությանը, ապա առաջին երկուսի արժեքների հնարավոր մեծ փոփոխման

դեպքում (մինչև 8 անգամ) հավասարման աջ մասում ստացվում է 5-6 % -ի տարբերություն: Ինչ վերաբերվում է ցուցիչի ազդեցությանը, ապա դրա հնարավոր փոփոխման 2,7-4,5 տիրույթում արժեքի մեծացման հետ այդ ազդեցությունը աճում է՝ հասնելով մինչև 12-15 % -ի:

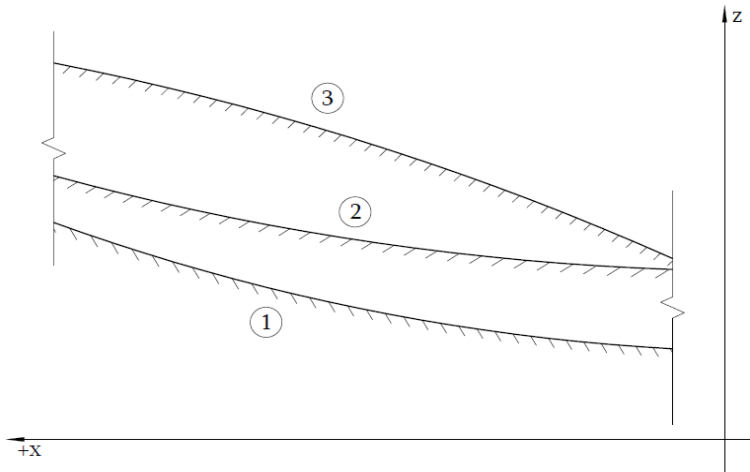
Այս գլխի հաջորդ վերլուծությունը որակական է և վերաբերվում է (15) հավասարման միջոցով ձևափոխությունների արդյունքում հաստատվող հունի հատակի երկայնական հնարավոր տեսքերի բացահայտմանը: Ուսումնասիրությունները կատարվել են հունի լայնության $d\bar{b}/d\bar{x}$ ածանցիալի փոփոխման հնարավոր երեք դեպքերի համար՝

- լայնությունը ըստ գետի երկարության հաստատուն է, այսինքն՝ $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} = 0$;
- լայնությունը x – ի դրական ուղղությամբ (հոսանքին հակառակ) նվազում է, այսինքն $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} < 0$;
- լայնությունը x – ի դրական ուղղությամբ աճում է, այսինքն $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} > 0$:

Վերլուծությունը կատարվել է Fr_0 -ի, β_0 հարաբերության և a ցուցիչի բավական լայն միջակայքի պայմաններում:

Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ առաջին դեպքում նոր հատակը դառնում է հաստատուն թեքություն ունեցող հարթություն: Ընդ որում, կախված նրանից թե գետի որ տեղամասում է ընթացել հունային ձևափոխությունը հատակի թեքության մեծությունը կարող է ձեռք բերել սահմանային տեղամասի i_0 թեքությանը հավասար արժեք, լինել նրանից որոշակի մեծ (եթե ձևափոխության տեղամասը գտնվում է սահմանային գետահատվածից ներքև) և վերջապես, լինել i_0 -ից որոշակի փոքր (եթե ձևափոխության տեղամասը ընկած է սահմանային գետահատվածից վերև):

Երբ հունի լայնության ածանցիալը բացասական է (15) հավասարման վերլուծությունից հետևում է, որ նոր հատակը պետք է ձեռք բերի գոգավոր մակերևույթի տեսք (նկ 3-ի գրաֆիկ 2), որի բոլոր մասերում թեքության արժեքները փոքր են i_0 -ից: Ընդ որում այդ հատակը շարունակաբար մոտենալու է տվյալ տեղամասի նախկին հատակին: Նման վարքագիծ հունաձևափոխությունը կարող է դրսևորել, եթե ձևափոխության տեղամասը գտնվում է սահմանային գետահատվածից վերև, որտեղ հունի նախկին թեքությունը մեծ է նոր հատակի թեքությունից:



Նկ. 3 Հունի հատակի հնարավոր տեսքերը ձևափոխության կայունացումից հետո
1 – հունի նախկին հատակը, 2 - հունի գոգավոր նոր հատակը գետի վերին հոսանքներում, 3 -
հունի ուռուցիկ նոր հատակը գետի հարթավայրային հոսանքներում:

Երբ լայնության ածանցիալը դրական է հավասարման վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ հունի նոր հատակը պետք է ձեռք բերի ուռուցիկ մակերևույթի տեսք (նկ 3-ի գրաֆիկ 3), որի բոլոր մասերում թեքության արժեքները մեծ են i_0 -ից: Ընդ որում այդ հատակը շարունակաբար հեռանալու է տվյալ տեղամասի նախկին հատակին: Նման վարքագիծ հունաձևափոխությունը կարող է դրսևորել, եթե ձևափոխության տեղամասը գտնվում է սահմանային գետահատվածից ներքև, որտեղ հունի նախկին թեքությունը փոքր է նոր հատակի թեքությունից: Բոլոր տեսակի հունային ձևափոխությունների համար հավանական տեսք հանդիսացող ուռուցիկ հատակի ձևավորման դեպքը գրականության մեջ չի արձանագրվել: Այն ունի ոչ բարդ բացատրություն. որպեսզի հոսանքը գետի հարթավայրային տեղամասի ձևափոխված պայմաններում կարողանա տանել եկող ջրաբերուկները պետք է այդտեղ ստեղծվի նախկինից մեծ թեքություն ունեցող նոր հատակ: Կատարված որակական վերլուծության արդյունքները հաստատում են այս գլխում շարադրված կանխավարկածի իրավացիությունը:

Այս գլխում լուծված վերջին խնդիրը վերաբերվում է լեռնային ջրահոսքերի հունաձևաչափական պարամետրերի կանխատեսմանը: Դրանց մեծությունները ձևավորվում են որոշակի ռելյեֆային, երկրաբանական և հիդրոլոգիական գործոնների ազդեցությամբ: Մշակումներում օգտագործվել են այլ հեղինակների կողմից հունային երևույթների հետազոտման նպատակով կատարված լաբորատոր փորձերի տվյալները: Ֆ. Արտամոնովի կողմից Միջին Ասիայի նախալեռնային գետերի համար առաջարկված չափորոշիչի կառուցվածքի կիրառմամբ հունի B

լայնության և նրանում հոսանքի H խորության որոշման համար ստացվել են հետևյալ հաշվային բանաձևերը՝

$$B = 2,08 \frac{M}{i_0^{0.2}} \left(\frac{Q}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}, \quad (16)$$

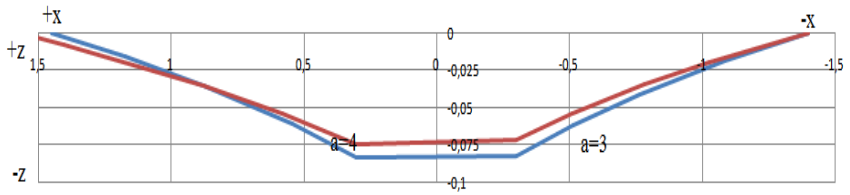
$$H = 0,23 \frac{M}{i_0^{0.03}} \left(\frac{Q}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}, \quad (17)$$

որտեղ M -ը հոսանքի ջրաբերուկային տանողունակությունից կախված չափազուրկ պարամետր է:

Փորձնական տվյալների և ստացված բանաձևերով կատարված հաշվարկի արդյունքների միջև դիտվում է բավականին բարձր կորրելացիոն կապ ($R^2=0,90$), ինչը հավաստում է ստացված կապերի հուսալիությունը: Հունաձևաչափական պարամետրերի որոշման (16) և (17) օրինաչափությունները հնարավորություն են տալիս հաշվարկել ոչ միայն կայունացած բնական ջրահոսքերի ընդլայնական չափերը, այլ նաև կանխատեսել արհեստական փոփոխությունից հետո հունում հաստատվող հիդրավլիկական նոր մեծությունները:

Ատենախոսության երրորդ գլուխը նվիրված է հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների հաշվարկներում հունային ձևափոխությունները նկարագրող համապիտանի տեսական մոդելի կիրառմանը: Դիտարկվել են գետային երկու հիմնական կառուցվածքներ՝ կամրջային անցումներն ու սելավապահ պատնեշները, որոնց համար սահմանվել և հիմնավորվել են այդ խնդիրներին հատուկ եզրային ու սկզբնական պայմանները: Տեսական մոդելում դրանց օգտագործումը հնարավորություն է տվել ստանալու կամրջային անցումների և սելավապահ պատնեշների մոտ ընթացող հունային փոփոխությունների կանխատեսման հաշվարկային մեթոդներ:

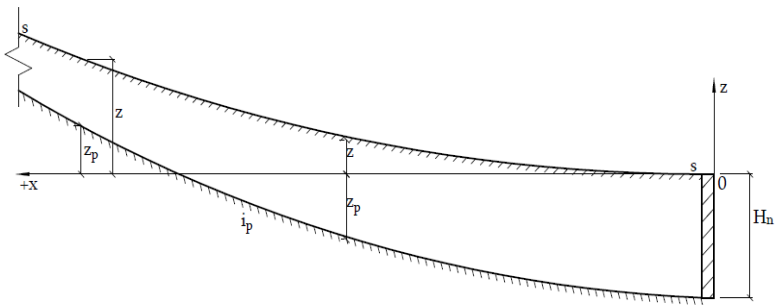
Լեռնային և նախալեռնային գետերի վրա կառուցված կամուրջների միջիննարանային հեռավորությունը զգալի փոքր է գետի լայնությունից, որի պատճառով այդ տեղամասում առաջացող ողողումները խորացվում են հունը: Կամրջային հենարանների և պաշտպանիչ դամբաների հիմնատակերի անվտանգ նիշերի ընտրությունը պայմանավորված է ձևավորվող նոր հատակի դիրքի ճիշտ կանխատեսմամբ: Այս խնդիրը լուծվել է կամրջային անցման հնարավոր երեք դեպքերի համար՝ ուղղագիծ և կորագիծ պաշտպանիչ դամբաներով և առանց դամբաների: Դրանց համապատասխան եզրային և նախնական պայմանների ու դիֆերենցիալ (15) հավասարման համատեղ լուծման արդյունքում ստացվել է կամրջային անցման հիդրավլիկական հաշվարկի մեթոդ: Այդ մեթոդով և դրա համար MATHCAD ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ մշակված ալգորիթմով գետերի ելքային պարամետրերի իրատեսական լայն միջակայքի համար հաշվարկվել են թվային բազմաթիվ օրինակներ: Ողողումների մեծության որոշման երկու օրինակի արդյունքները ներկայացված են նկ. 4-ի գրաֆիկներում: Ինչպես ցույց են տալիս կատարված հաշվարկները առավելագույն ողողումներ գրանցվում է կամրջային հենարանների սկզբնամասում:



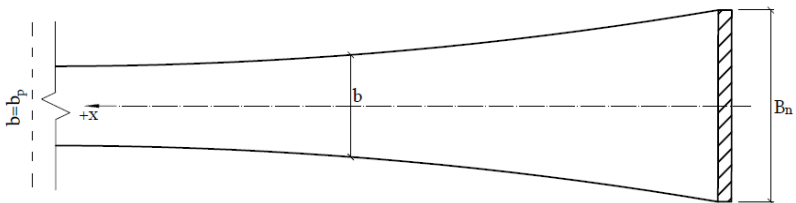
$$\beta_0 = 12; Fr_0 = 5; i_0 = i_p = 0,03$$

Նկ.4 Կամրջային անցման տեղամասում ողողումների մեծության հաշվարկի արդյունքները

Մշակված տեսական մոդելն կիրառվել է նաև հակասելավային պատնեշների դիմաց կուտակված բերվածքների վերին, կայունացված մակերևույթի դիրքը կանխատեսելու համար, ինչը հնարավորություն է տալիս որոշել կառուցվածքի բարձրությունը: Այս խնդրում էլ օգտագործվել են իրեն հատուկ եզրային ու սկզբնական պայմանները: Պատնեշի դիմացի ծավալը սելավային բերվածքներով ամբողջովին լցվելու հետևանքով ձևավորված նոր հունի կայունացած s-s հատակը բնորոշվում է Z կոորդինատով b լայնությամբ (Նկ. 5 և 6):



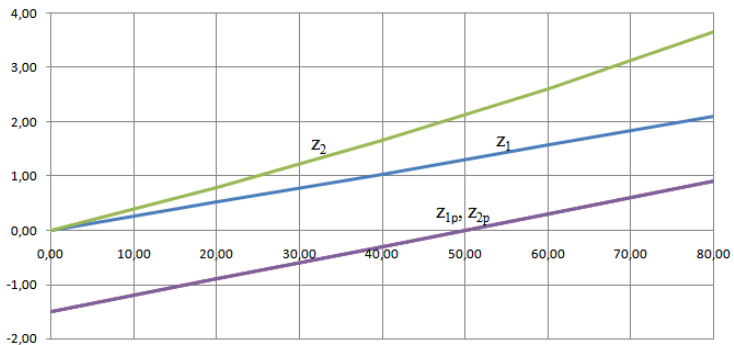
Նկ.5 Սելավապահ պատնեշի վերին բիլեֆի երկայնական հատույթը



Նկ.6 Սելավապահ պատնեշի վերին բիլեֆի հատակագծային տեսքը

Հունի ընդլայնական տարբեր կտրվածքներին բնորոշ եզրային և նախնական պայմանների ու դիֆերենցիալ (15) հավասարման համատեղ լուծման արդյունքում ստացվել է հակասելավային կառուցվածքների մոտ առաջացող

հունաձևափոխությունների կանխատեսման հաշվարկային մեթոդ: Այս խնդրում էլ ելքային պարամետրերի լայն միջակայքում մշակված ալգորիթմով հաշվարկվել են թվային մի շարք օրինակներ: Զրաբերուկային կուտակումների մակերևույթի դիրքի կանխատեսման մեկ օրինակի արդյունքները ներկայացված են նկ. 7-ում: Բերված գրաֆիկների ներքևի գծը հունի նախկին հատակն է, վերևի երկու կորերը՝ (4) արտահայտության σ ցուցիչի 3 և 4 արժեքների դեպքում ներկայացնում են ձևափոխությունից հետո հաստատված հատակը: Ինչպես ցույց է տալիս ստացված արդյունքների վերլուծությունը նոր հատակի դիրքի վրա՝ սահմանային գետահատվածի i_0 թեքության հետ մեկտեղ մեծ ազդեցություն է թողնում σ ցուցիչի արժեքը: Այս վերլուծության արդյունքները ևս հաստատում են երկրորդ գլխում սահմանված դրույթների հավաստիությունը:



$\alpha = 3$ (z_1 կոր); $\alpha = 4$ (z_2 կոր); $\beta_0 = 12$; $Fr_0 = 5$; $i_0 = i_p = 0,03$

Նկ.7 Կուտակումների բարձրության չափազուրկ մեծության փոփոխության գրաֆիկները

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ատենախոսական աշխատանքում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները կարելի է ամփոփել հետևյալ հիմնական եզրակացություններով և առաջարկներով.

1. Գրականությունում վերլուծությամբ ցույց է տրվել տարբեր հունային ձևափոխություններն ընդհանրացնող դրվածքի և կառուցված մաթեմատիկական մոդելի բացակայությունը, որոնք կարող էին դառնալ հիմնահարցի մասնավոր խնդիրների լուծման հիմքը: Միաժամանակ, մասնավոր խնդիրների լուծումներում ի հայտ են բերվել մի շարք էական թերություններ և սխալներ, որոնք հետևանք են դիտարկվող երևույթի և այն պայմանավորող գործոնների թերի ընկալմանը:

2. Բացահայտվել է ուղղաձիգ հունային ձևափոխությունների ավարտական փուլի ֆիզիկական նկարագիրը, սահմանվել երևույթի մասնավոր դեպքերն ընդհանրացնող դրվածք, հիմնավորվել ընդունված դրույթները:

3. Պարզաբանվել և հիմնավորվել է հունային ձևափոխությունների մաթեմատիկական մոդելավորման ընդհանուր հայեցակարգն ու օգտագործվող հավասարումների կիրառելիության սահմանները, կատարվել են երևույթը պայմանավորող մի շարք մեծությունների ճշգրտումներ: Դրանց հիման վրա մշակվել է ուղղաձիգ հունային ձևափոխությունների կանխատեսման համապիտանի տեսական մոդել:

4. Հունի և հոսանքի տարբեր ելքային պայմաններում քանակապես գնահատվել է հունային երևույթը բնութագրող ելքային հավասարման անդամների ազդեցությունը, իսկ որակական վերլուծություններով պարզվել ձևափոխման արդյունքում հաստատված նոր հունի հատակի հնարավոր երկայնական տեսքերը:

5. Փորձական տվյալների մշակման միջոցով ստացվել է բնական հունների ձևաչափական պարամետրերի որոշման օրինաչափություններ և նշվել դրանց կիրառման հնարավորությունը հունների արհեստական փոփոխությունից հետո հաստատվող նոր պայմանները կանխատեսելու համար:

6. Ուղղաձիգ հունային ձևափոխությունների կանխատեսման տեսական մոդելի կիրառմամբ ստացվել են կամրջային անցման տեղամասում հունային ողողումների խորության և սելավապահ պատնեշների դիմաց կուտակված բերվածքների կայունացած մակերևույթի կոորդինատների որոշման մեթոդներ:

7. Ստացված մեթոդներով և MATHCAD ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ մշակված ալգորիթմով ջրահոսքերի պայմանների փոփոխման լայն միջակայքում կատարվել են ողողումների խորության և կուտակված բերվածքների բարձրության հաշվարկներ: Դրանց արդյունքների վերլուծություններով հիմնավորել սահմանված դրույթների հավաստիությունը և առաջարկվող մեթոդների կիրառելիության լայն շրջանակը:

8. Ուսումնասիրության արդյունքները կարող են օգտագործվել.

- նախագծային և շահագործող կազմակերպությունների կողմից կանխատեսելու կառուցվածքների մոտ հունային ձևափոխությունների հնարավոր զարգացումներն ու դրանց կայունացման տեսքերը,
- ձևափոխություններից հետո նոր հունում ընթացող շարժումների հիդրավլիկական պարամետրերի որոշման եղանակներ մշակելիս:

9. Հունաձևափոխությունների տեսական մոդելը կարող է կիրառվել նաև ջրահոսքերում առաջացող բնական և արհեստական ծագման այլ ձևափոխությունների, այդ թվում գետի էրոզիոն բազիսի փոփոխման, սելավային բերվածքների բնական կուտակման կոների, ջրառի գլխամասային հանգույցներում ջրաբերուկային կուտակումների վերջնարդյունքները կանխատեսելու համար:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները տպագրվել են.

1. **Балджян П.О., Балджян В.П.** Прогноз режима наносов в водохранилище /Вестник межд. общ. Академии экологической безопасности и природопользов., вып. 14 (21), М.: 2013.- С. 11-21.
2. **Балджян П.О., Балджян В.П.** Математическое описание процесса смыва потоком несвязанного однородного грунта /Сб. 5-ой межд. н/т конференции «Современные проблемы водного хозяйства и охраны окруж. среды», Тбилиси, 2015.- С. 13-16.
3. **Балджян В.П., Токмаджян В.О., Балджян П.О., Баюнец А.В.** Прогноз положения поверхности отложений на верхнем бьефе селезащитных сооружений. Материалы V межд. конференция «Селевые потоки: катастрофы, прогноз, защита». Тбилиси-Телави, 1-5 октября, 2018.- С. 283-288.
4. **Балджян П.О., Балджян В.П.** Руслоформирующие явления у селезащитных сооружений. Методы расчета их параметров. Germany-Latvia. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018.- 57 p. (մենագրություն)
5. **Baljyan V.P.** Application of Mudflow Protection Structure With the purpose of Reducing the Dead Capacity of the Reservoir (On the Example of Mastara Reservoir) /Collected Papers VIII Intern. Scientific and Technical Conference “Modern Problems of Water Management, Architecture and Construction”, Tbilisi, 2-5 november, 2018.- P. 9-12.
6. **Балджян В.П.** К методу расчета гидроморфометрических параметров русел рек //Сб. научных трудов институт водного хозяйства им. Ц. Е. Мирцхулава Грузинского технического университета, №73, Тб.: 2018.-С. 9-16.
7. **Балджян В.П.** Разработка теоретических основ установившейся стадии руслового преобразования /Известия НАН Армении и НПУА, Серия ТН. том 72, № 1, Ер.:2019.- С. 131-140.
8. **Բալջյան Վ.Պ., Կարապետյան Հ.Ի., Բալջյան Պ.Հ., Բաբայան Գ.Ռ.** Սելավային կուտակումների վերին մակերևույթի դիրքի որոշման եզրային պայմանը /Լրաբեր, ՀԱՊՀ հիմնադրամ գիտ. հոդվածների ժողովածու, մաս 2, «Ճարտարագետ», Երևան, 2019.- էջ 359-362:
9. **Baljyan V.P., Tokmajyan V.H., Babayab G.R.** Possible Gradelines of Channel Transformations /Collected Papers IX Intern. Scientific and Technical Confer. “Modern Problems of Water Management, Architecture and Construction”, Tbilisi, 22-27 July, 2019.- P. 28-32.
10. **Baljyan P.H., Tokmajyan V.H., Baljyan V.P., Babayab G.R.** About the Propagation of Sediment At Rion River Mouth //Collected Papers IX Intern. Scientific and Technical Confer. “Modern Problems of Water Management, Architecture and Construction”, Tbilisi, 22-27 July, 2019.- P. 33-37.

**РАЗРАБОТКА ТЕОРИИ РУСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И
ПРИМЕНЕНИЕ В РАСЧЕТАХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 «Водохозяйственные системы и их эксплуатация»

РЕЗЮМЕ

Происходящий на различных участках рек размыв русла или отложение наносов постоянно меняют плановую и вертикальную форму водостоков. Эти русловые преобразования могут возникнуть естественно и в результате установки гидротехнических сооружений (мостовые переходы, селезадерживающие и водозаборные плотины, руслорегулирующие сооружения и т.д.).

В первой главе диссертационной работы приводятся основные виды русловых преобразований. Особое внимание уделяется редким работам, рассматривающим общую проблему по видоизменению русел рек. Дается оценка состояния решений частных задач этой проблемы. На основе проделанного анализа существующих исследований по вертикальному преобразованию делается следующее заключение:

- несмотря на актуальность данная проблема остается недостаточно изученной, а ряд ее задач решены некорректно или решения отсутствуют;
- не выявлены обобщающие положения и концепции для всех типов русловых преобразований, позволяющие установить общую постановку проблемы и разработать универсальную теоретическую модель процесса;
- показана неточность определения ряда важных параметров (расход наносов, потери энергии при движении наносонесущего потока, исходные характеристики водотока), обуславливающих надежность полученных решений.

Проведенный анализ по русловым процессам позволил определить следующую цель диссертационной работы: разработать универсальную теоретическую модель вертикальных русловых преобразований естественного и искусственного происхождения и на ее основе получить методы расчета характеристик преобразований, протекающих у гидротехнических сооружений. При этом отмечены соответствующие задачи исследований.

Вторая глава работы посвящена теоретическим разработкам. Разъяснена физическая модель конечной, стабилизированной стадии процесса, выявлены те положения и концепции, являющиеся общими для всех типов русловых изменений. В результате определены общая постановка проблемы и круг основополагающих уравнений гидродинамики.

Подобно каждому природному явлению начатые русловые преобразования нестационарные. Однако, этот процесс со временем затухает, и дно русла

приобретает устойчивую форму. С научной, особенно с практической точки зрения очень важно установить эту конечную, стабилизированную форму. В ходе постройки теоретической модели русловых преобразований принято положение, что движение потока по указанной поверхности будет стационарным. При этом восстановится транзитное движение наносов по длине водотока. Следовательно, для решения изучаемой проблемы необходимо, чтобы в видоизмененном русле установились такие величины гидравлических параметров движения, при которых имеют место указанные условия. Для описанного процесса применима система балансовых уравнений гидродинамики одномерного установившегося движения: уравнение движения или энергии, уравнение неразрывности потока и постоянство расхода наносов. До начала решений в работе установлен диапазон применимости уравнения движения для двухфазных потоков. Проведены также определенные уточнения членов систем уравнений и исходных характеристик водотока. В ходе решения совместно с системой уравнений использованы закономерности поперечного сечения русла. В результате получено дифференциальное уравнение по прогнозу координат дна стабилизированного русла. Для широкого диапазона изменения исходных характеристик задачи проведенными расчетами оценено влияние членов уравнения на конечный результат процесса. Проведен также качественный анализ дифференциального уравнения, дающий возможность прогнозировать продольные формы русла после преобразований.

Результаты теоретических исследований позволяют констатировать, что полученные решения применимы для всех типов вертикальных русловых преобразований, проходящих в разных режимах наносонесущего потока.

В данной главе работы представлены также результаты разработок по определению гидроморфометрических параметров рек. Для этого использованы данные экспериментов других авторов. Полученные расчетные зависимости отличаются высокой корреляционной характеристикой.

В третьей главе работы представлены разработки по применению результатов теоретических решений в расчетах гидротехнических сооружений. Здесь рассмотрены частные задачи русловых преобразований, происходящие в мостовых переходах и перед селезадерживающими барражами. В первом случае происходит размыв дна русла, а во втором – отложение наносов. Правильное определение глубины размыва позволит выбрать безопасную отметку оснований мостовых опор. В свою очередь, установление конечного положения отложений наносов дает возможность рассчитать необходимую высоту противоселевого сооружения. С учетом граничных и начальных условий указанных частных задач получены методы расчета русловых преобразований, происходящих в мостовом переходе и перед селеуловительным сооружением. По разработанным алгоритмам для указанных методов проведены широкие численные расчеты. Анализ построенных графиков русловых изменений показывают, что предлагаемые методы расчета четко реагируют на любые изменения исходных условий реки.

BALJYAN VAHAGN PARGEV

THE STUDY OF THE THEORY OF CHANNEL TRANSFORMATIONS IN DESIGNING HYDRAULIC STRUCTURES

Dissertation for scientific degree of Candidate of Technical Sciences of the specialty
05.23.05 «Water systems and their operation»

Summary

The riverbed scour and sedimentation in different sections of the river constantly change the planned and vertical forms of passages. These channel transformations can naturally occur as a result of building hydraulic structures (bridge crossings, mudflow and water intake dams, channel storage structures etc.).

In Chapter 1 of dissertation the main types of channel transformations are regarded. Special attention is paid to rare works which study the general problem of channel transformations of the rivers. The solution of particular issues of this problem is estimated here. The following conclusions are drawn on the analysis of current research on vertical transformations:

- Despite of its topicality the present work remains still unrevealed and a number of its issues are solved inaccurately or are not solved at all.
- The summarizing statements and concepts for all types of channel transformations are not revealed here which allow to establish the general setting of the problems and to develop a universal theoretical model of the process.
- The inaccuracy of definition of a number of important parameters is shown here (sediment discharge, energy loss in moving the sediment flow, outlet characteristics of water course) which the reliability of obtained solutions is conditioned by.

The analysis of channel processes allowed us to determine the following aim of the dissertation: to develop a universal theoretical model of vertical channel transformations of natural and artificial origin and to obtain methods for calculating the characteristics of transformations occurring in hydraulic structures based on the method. The corresponding research objectives are noted as well.

The second chapter of the work is devoted to theoretical developments. The physical model of the final and stabilized stage of the process is explained, those positions and concepts which are common to all types of channel transformations are revealed in this chapter. As a result, the general statement of the problem and the range of fundamental equations of hydro dynamics are determined.

Like every natural phenomenon, the started channel transformations are unsteady. However, this process fades over time and the channel bed becomes stable. From scientific, especially from practical point of view it is very important to establish this

final and stable form. During the development of the theoretical model of channel transformations it was assumed that the channel flow along the indicated surface will be steady. In this case, the spill movement of sediments along the length of the watercourse will be restored. Therefore, in order to solve the problem to be studied, it is necessary that such dimensions of the parameters of hydraulic motion are established in case of which the mentioned conditions are important. For the described process, the system of balance equations of hydrodynamics of one-dimensional steady motion is applicable: the equation of motion or energy, the equation of continuity of flow and the constancy of sediment flow. Before the beginning of solutions the range of applicability of the equation of motion for two-phase flows was established in the work. Certain improvements of the parts of the systems of equations and the initial characteristics of the watercourse were also carried out. During the solution the regularities of the channel cross section were used together with the system of equations. As a result, a differential equation for predicting the coordinates of the bed of the stabilized channel is obtained. For a wide range of changes in the initial characteristics of the problem the performed calculations estimated the influence of the terms of the equation on the final result of the process. A qualitative analysis of the differential equation was also carried out which enables to predict the grade of the channel after the transformations.

The results of theoretical studies allow us to state that the solutions obtained are applicable for all types of vertical channel transformations that take place in different modes of a sediment flow.

This chapter of dissertation also presents the results of developments to determine the hydro geometric parameters of rivers. Experimental data of other authors were also used for determination. The obtained calculated dependences are characterized by high correlation characteristics.

The third chapter of the work presents developments on the application of the results of theoretical solutions in the calculations of hydraulic structures. Here we consider the particular problems of channel transformations occurring in bridge crossings and in front of mudflow protection structures. In the first case we have riverbed scour and in the second there is sediment deposition. Correct determination of the depth of the scour will allow us to choose a safe mark of the bases of the bridge supports. In turn, the establishment of the final position of sediment deposits enables to calculate the necessary height of mudflow protection structure. Taking into account the boundary and initial conditions of these particular problems, methods for calculating channel transformations occurring in the bridge crossing and in front of mudflow catchment construction are obtained. Wide numerical calculations were performed according to the developed algorithms for these methods,. The analysis of established graphics of channel transformations shows that the proposed calculation methods clearly respond to any changes in the initial conditions of the river.

