“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.10.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH

“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI

SUYUNOV SHAXZOD G‘ULOM O‘G‘LI

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINI LOYIHALASH JARAYONIDA SIFAT KO‘RSATKICHLARI NAZORATINI AVTOMATLASHTIRILGAN ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

05.01.01-“Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va videotexnologiyalar”

TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UDK:515.1

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Suyunov Shaxzod G‘ulom o‘g‘li

Gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayonida sifat ko‘rsatkichlari nazoratini avtomatlashtirilgan algoritmlarini ishlab chiqish…… 3

Суюнов Шахзод Гулом угли

Разработка автоматизированных алгоритмов контроля показателей качества в процессе проектирования гидротехнических сооружений.. 23

Suyunov Shakhzod

Development of automated olgorithms for controlling quality indicators in the process of designing hydraulic ingineering structures…… 46

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works…… 54

“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.10.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH

“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI

SUYUNOV SHAXZOD G‘ULOM O‘G‘LI

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINI LOYIHALASH JARAYONIDA SIFAT KO‘RSATKICHLARI NAZORATINI AVTOMATLASHTIRILGAN ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

05.01.01-“Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va videotexnologiyalar”

TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.PhD/T5281 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universitetida bajarilgan

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb sahifasida (www.tiiame.uz) va «ZiyoNet» axborot-ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan

Ilmiy rahbar:	**Kuchkarova Dilarom Fayzullayevna** texnika fanlari doktori, professor
Rasmiy opponentlar:	**Nuraliyev Faxriddin Murodillayevich** texnika fanlari doktori, professor
	Qahhorov Uktam Abduraximovich texnika fanlari doktori, dotsent
Yetakchi tashkilot:	**Toshkent Davlat Texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.10.02 raqamli ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengashning 20___ yil «_____» _____ soat _____ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100000, Toshkent shahari Qori Niyoziy ko‘chasi, 39-uy. Tel: (+99871) 237-22-09, faks: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiiame.uz)

Dissertatsiya bilan “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (_____ raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100000, Toshkent shahar, Qori Niyoziy ko‘chasi, 39-uy. Tel: (+99871) 237-19-45.

Dissetatsiya avtoreferati 2026-yil _____ kuni tarqatildi

(20___ yil «_____»_____ dagi _____ raqamli reestr bayonnomasi)

M.X.Xamidov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash raisi, q.x.f.d., professor

F.A.Gapparov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash ilmiy kotibi t.f.d., professor

M.R.Bakiyev
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash qoshidagi bir martalik ilmiy seminar raisi t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurish jarayonlarini nazorat qilish, baholash va loyiha sifatini yaxshilash hamda ulardan foydalanishda zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda jumladan, AQSh, Xitoy, Fransiya, Germaniya, Rossiya va boshqa davlatlarda muhandislar va sun’iy intellekt tomonidan bajarilgan gidrotexnika inshootlarining loyihalari qanchalik sifatli va qanchalik yaroqli ekanligi muhim hisoblanmoqda. Bu borada, jumladan loyihalash jarayonlarini nazorat qilish, kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo‘llash, optimal konstruksiyalarini ishlab chiqish va modellashtirish asosida loyiha samaradorligini oshirishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Jahonda gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayoni sifatini sezilarli darajada yaxshilash, xususan kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini zamonaviy texnologiyalariga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan,. loyihalash tashkilotlarida loyiha hujjatlarini tuzib chiqish jarayonini avtomatlashtirish, har bir sohani sezilarli darajada raqamlashtirish bo‘yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayoniga kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasi qoidalari asosida loyihalarni avtomatlashtirilgan dastur yordamida baholashning algoritmlari va dasturiy ta’minoti yaratish, zamonaviy texnologiyalar samaradorligini aniqlash usuli dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda gidrotexnika inshootlarini loyihalashda zamonaviy innovatsion usullardan keng foydalanish va samaradorligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni yaratish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazish va ularni amalda qo‘llash bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. “O‘zbekiston – 2030” strategiyasida suv resurslarini boshqarish, suvdan tejamkor foydalanish va gidrotexnik inshootlar xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan istiqbolli loyihalarni amalga oshirish vazifalari belgilangan.[1] Ushbu vazifani amalga oshirish, jumladan modernizatsiyalash talablarini hisobga olgan holda gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayoniga sifat ko‘rsatkichlarini kiritish bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borish muhim hisoblanadi

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi PF–6024 sonli “O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020–2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi, 2025 yil 15 avgustdagi PF–250 “O‘zbekiston Respublikasida suv resurslarini boshqarish va irrigatsiya sektorini rivojlantirishning 2025–2028 yillarga mo‘ljallangan dasturini tasdiqlash to‘g‘risida” gi farmonlari, shuningdek 2019 yil 9 oktabrdagi PQ–4486-son “Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston-2030” strategiyasi to‘g‘risidagi PF-158-son Farmon.

hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqtotning Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlarga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining IV. “Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Gidrotexnika inshootlarini loyihalashda kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo‘llash algoritmlarini ishlab chiqish muammolari ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. Jarayonlarni avtomatlashtirish va loyihalash jarayoniga kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo‘llash bo‘yicha o‘rganilgan xorijiy olimlar: Shmulevich. R. G., Aleksandrovich P. I., Borisovich I. Sh., Xalitovich A. B., Eriksson M., Kobeleva. N.N., V. V. Nogin., B.S. Chen., Douglas C., Joseph M., Juran., A. Blanton., T Pyzdek., A. Keller., J Kleinberg., E Tardos., P. Novak., A.I. Moffat., C. Nalluri., R. Narayman., P. R. Kothamali., V. K. Karne., S. Surya., M. Dandyala., Frederick S., Hillier., Gerald J. va boshqa olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqotlar olib borilgan.

Respublikamizda gidrotexnika inshootlarini loyihalash jarayoni ustida D.F. Kuchkarova, M.R. Bakiyev, N. Raxmatov, A.I. Azimov, R.R. Ergashev, B.B. Hasanov, A.R. Muratov, F.Sh. Shaazizov, A.B. Xalimbetov, K.T. Yakubov, D.S. Adjimuratov, B.S. Ismatovlar tomonidan tadqiqot ishlari olib borilgan. Professor D.F. Kuchkarova topografik sirtlar nazariyasini rivojlantirishga hissa qo‘shgan.

Mazkur sohadagi tadqiqotlarning o‘rganilganligi shuni ko‘rsatadiki, hozirgi vaqtda loyihalash jarayoniga kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo‘llash va loyihani oldindan bashorat qilish usullaridan keng foydalaniladi. Biroq loyihalash jarayonida loyihaning bitta varianti bilan chegaralanib qolmasdan bir nechta loyiha variantlarini tuzib chiqish va ular orasidan eng maqbul loyiha variantini tanlash, loyihalash jarayoniga kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo‘llash orqali loyihalash jarayonini avtomatlashtirish muammolari yetarli darajada o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti ilmiy-tadqiqot ishlarining rejasi 2025-yil 6-fevralidagi №2,1 bandi “Gidrotexnika inshootlari konstruksiyalarini, hisoblash va loyihalash usullarini takomillashtirish hamda ishonchli va xavfsiz foydalanish asoslarini raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqish” (2023-2026) mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi zamonaviy loyihalash tizimlarida gidrotexnika inshootlarini loyihasini tayyorlash jarayonida sifat ko‘rsatkichlari nazoratini avtomatlashtirilgan algoritmlarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

gidrotexnika inshootlariga ta’sir qiluvchi asosiy omillarni tahlil qilish va aniqlash;

gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash jarayonida qo‘llaniladigan usullarni tahlil qilish va bu usullarni bir biri bilan taqqoslash;

gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholashda grafik dasturlar o‘rni va loyihalarni baholashda grafik dasturlarda vizualizatsiya usulini takomillashtirish.

grafoanalitik usullarni ishlatgan holda gidrotexnika inshootlari loyihalari va faoliyatini baholash va bashorat qilish usullarini takomillashtirish;

tavsiya qilingan uslubiyotni kompyuter dasturlash tillar orqali amalga oshirib ishlab chiqarishda va o‘quv jarayoniga tadbiq qilish va samaradorligini aniqlash.

Tadqiqotning obyekti sifatida gidrotexnika inshootlarini loyihalash jarayonida loyihani baholash va optimal loyihalarni shakllantirish olingan.

Tadqiqotning predmetini gidrotexnika inshootlari loyihasini tuzishda qo‘llaniladigan qaror qabul qilish, kvalimetriya, baholash va bashorat qilish usullar, algoritmlari va dasturiy majmuasini qo‘llash jarayonlari tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda tahlilning zamonaviy kvalimetriya, matematik modellashtirish va qaror qabul qilish nazariyasi usullari, loyihalash jarayonini modellashtirish usullarini qo‘llashda raqamli ishlov berish nazariyasi, olingan natijalar qiyosiy tahlillash va dasturlash texnologiyalari, optimallashtirish va bashorat qilish nazariyasidan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

gidrotexnika inshootlariga ta’sir qiluvchi asosiy omillar aniqlangan va bu omillarni o‘zaro bir-biriga ta’siri asoslangan;

gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash usullaridan Delphi va Pareto optimal usullarini taqqoslash metodikasi ishlab chiqilgan;

gidrotexnika inshootlari loyihalash normalari asosida SolidWORKS dasturida to‘g‘on 3D modeli yasalgan va suv omborida yig‘ilgan suv bosim kuchi to‘g‘onga taqsimlanish jarayoni vizualizatsiyasi usuli takomillashtirilgan;

gidrotexnika inshootlarida yillik suv hajmi ko‘rsatkichlari tahlili asosida AutoCAD va Exsel dasturlarida regressiya formulalari yordamida suv hajmini bashoratlash usuli ishlab chiqilgan;

gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayonida kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasi qoidalari asosida loyihalarni avtomatlashtirilgan dastur yordamida baholashning algoritmlari va dasturiy ta’minoti yaratilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

gidrotexnika inshootlarini loyihalash jarayoniga sifat ko‘rsatkichlarini avtomatlashtirilgan algoritmlarini qo‘llash orqali qurilishi mo‘ljallangan loyihalarning sifatini tubdan o‘zgartirish imkoniyatlari yaratilgan;

gidrotexnika inshootlari loyihalarini bashorat qilishda grafik vizualizatsiya va regressiya usullarining modifikatsiya qilingan ko‘rinishi ishlab chiqilgan;

loyihalarni baholash, grafik vizualizatsiya va regressiya usullarini amaliyotga tadbiq qilish natijasida loyihalarni oldindan tanlash va baxtsiz hodisalarni oldini olish imkoniyatlari yaratilgan;

gidrotexnika inshootlarini baholashda kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasi algoritmlari asosida dasturiy ta’minot ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi zamonaviy matematik statistik tahlil usullari, analitik geometriya, optimizatsiya usullari, qaror qabul qilish nazariyasi, kvalimetriya usullari, loyihani baholash usullari, bashorat qilish nazariyasi orqali va kompyuter dasturlash vositasi bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash usullaridan Delphi va Pareto optimal usullarini taqqoslash metodikasi ishlab chiqilganligi, suv omborida yig‘ilgan suv bosim kuchining to‘g‘onga taqsimlanish jarayoni vizualizatsiyasi usuli takomillashtirilganligi, gidrotexnika inshootlarida yillik suv hajmi ko‘rsatkichlari tahlili asosida AutoCAD va Exsel dasturlarida regressiya formulalari yordamida suv hajmini bashoratlash usuli ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati gidrotexnika inshootlarini loyihalash normalari asosida SolidWORKS dasturida to‘g‘onning 3D modeli yaratilganligi, loyihalash jarayoniga sifat ko‘rsatkichlarini avtomatlashtirilgan algoritmi yaratilganligi, gidrotexnika inshootlari loyihasini baholashda kvalimetriya va qaror qabul qilish nazariyasi algoritmlari asosida dasturiy ta’minot ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Dissertatsiya doirasida gidrotexnika inshootlarini loyihalashda qaror qabul qilish nazariyasi, kompyuter grafikasi, kvalimetriya usullari, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo‘llash bo‘yicha olingan natijalar asosida:

Delphi va Pareto optimal usullari orqali tuzilgan bir nechta loyihalarda eng maqbulini inshootga ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillarga asosan tanlab olish algoritmlari va tavsiyalar “Navoiy suvloyiha” MCHJ va “Quyi Zarafshon Irrigatsiya tizimi havza boshqarmasi” da amaliyotga tadbiq qilingan (Suv xo‘jaligi vazirligining 2026-yil 12-yanvardagi 04/20-122-son ma’lumotnomasi). Natijada, ishlab chiqilgan algoritmlar gidrotexnika inshootlarining loyihasini baholash jarayonini avtomatlashtirilgan holda loyihani baholovchi ekspertlarning ish vaqtini sezilarli darajada kamaytirishga, mehnat unumdorligini esa 6-8% ga oshirish imkoniyatini yaratgan;

Tadqiqot ishining natijalari asosida “Topographic in drawing hydrotechnics” nomli o‘quv qo‘llanma chop etildi va“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitetida o‘quv jarayoniga tadbiq etildi (“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitetining o‘z grifi asosida o‘quv adabiyotlarni nashr etish bo‘yicha 2024-yil 17-dekabrdagi 371 a/f-sonli buyrug‘iga muvofiq). Natijada, talabalarning ta’lim jarayonini zamonaviy

vositalar yordamida samarali tashkil etish, nazariy bilimlarni uyg‘unlashtirish hamda kasbiy tayyorgarlik darajasini oshirish imkoniyati kengaygan;

Gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayonida sifat ko‘rsatkichlari nazoratini avtomatlashtirilgan algoritmlari “Gidroproekt AJ” da amaliyotga tadbiq qilingan (Suv xo‘jaligi vazirligining 2026-yil 12-yanvardagi 04/20-122-son ma’lumotnomasi). Natijada, tavsiya qilingan gidrotexnika inshootlari loyihalarini tuzish jarayonida kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasidan foydalanish orqali an’anaviy baholash usulidan ish samaradorligini 20% oshirishga erishildi.

Tadqiqot natijalarining approbatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 5 ta xalqaro va 8 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya ishi bo‘yicha jami 32 ta ilmiy ish chop etilgan bo‘lib, shulardan 1 ta tavsiyanoma, 1 ta dasturiy ta’minot guvohnomasi O‘zbekiston Respublikasi oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun asosiy natijalarni chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 13 ta ilmiy maqola, jumladan 8 tasi respublikada va 5 tasi xorijiy jurnallarda nashr qilingan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan tashkil topgan. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil qilgan

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

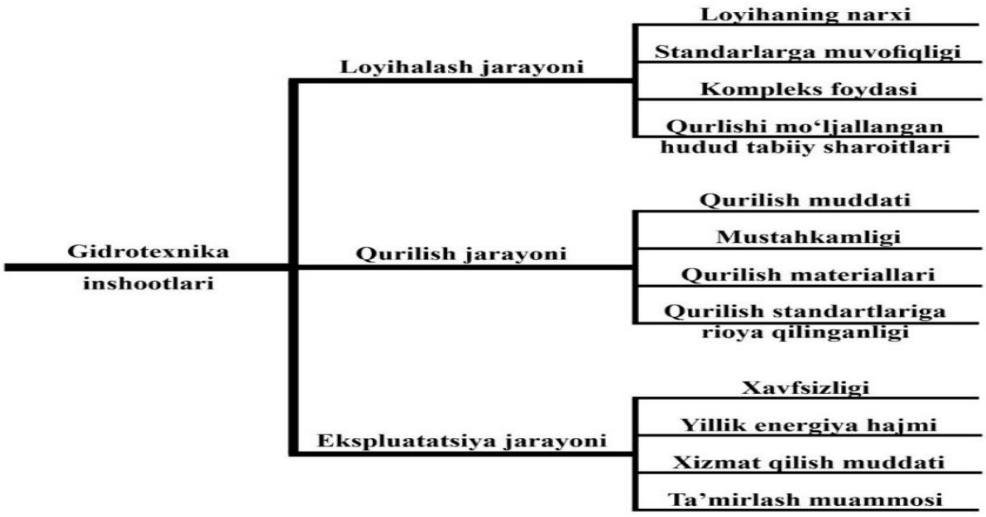
Kirish qismida dissertatsiya tadqiqotining dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsadi va vazifalari obyekt va predmetlari keltirilgan. Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilinganligi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Gidrotexnika inshootlarini loyihalarini tuzishda kvalimetrik usullarni qo‘llash tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini turli sohalarda qo‘llash bo‘yicha adabiyotlar tahlili qilingan. Shu jumladan gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholashning maxsus usullari tanlangan. Gidrotexnika inshootlari loyihalari sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha ma’lum bir loyihaning bir nechta varianti tuzilib ushbu loyihalar Pareto optimal usulida baholandi va eng maqbul loyihani tanlash bo‘yicha ko‘rsatmalar berildi.Gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash bo‘yicha tanlangan Delphi va Pareto optimal usullari bir-biri bilan taqqoslandi. Loyihani baholash usullari qaysi holatda qanday samara berishi to‘g‘risida amaliy tavsiyalar berildi.

Bizga ma’lumki gidrotexnika inshootlarga ta’sir qiluvchi omillar shunchalik ko‘pki ularning barchasini hisobga olganda loyihalarni baholash imkonsizdir.

Shuning uchun gidrotexnika inshootlariga sezilarli ta’sir qiluvchi omillar tanlanib taklif qilingan usullar bo‘yicha baholash tavsiya qilingan (1-rasm).

Adabiyotlar tahlilidan ko‘rinib turibdiki har bir jarayonni baholash algoritmi mavjud bo‘lib shu algoritmlar asosida gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash algoritmi ishlab chiqildi (2-rasm).



1-rasm. Gidrotexnika inshootlariga ta’sir qiluvchi omillar.

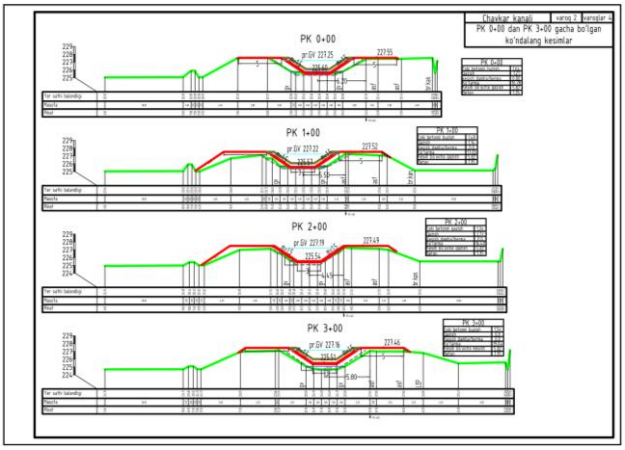


2-rasm. Gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash algoritmi.

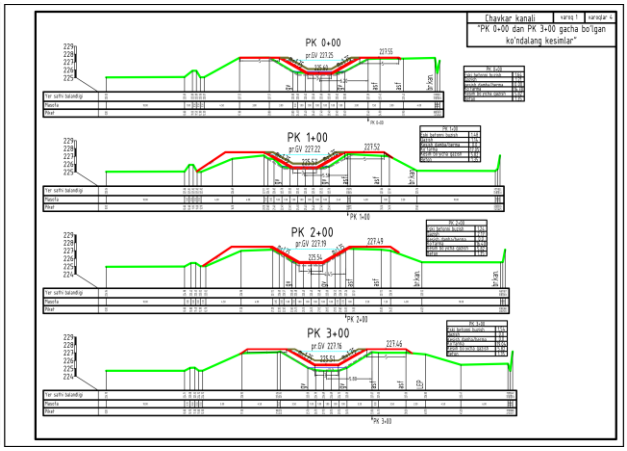
Ushbu algoritm asosida tanlab olingan usullar yordamida gidrotexnika inshootlar loyihalari baholanadi va maqbul loyiha tanlanadi. Birinchi usul Delphi usuli ushbu usul o‘tgan asrning birinchi yarmida AQSH tadqiqotchilari tomonida ishlab chiqilgan bo‘lib jarayonlarni baholash va bashorat qilishda foydalanilgan. Ikkinchi usul Pareto optimal usuli bo‘lib bu usul muqobil variantlardan birini tanlashda matematik yondashuv asosida yuqori aniqlik bilan ishlaydi. Ushbu usullar yordamida gidrotexnika inshootlari loyiha varinatlaridan biri tanlandi tadqiqot ishida ikki usulni bir biri bilan taqqoslash ko‘rsatilgan.

Delphi usuli natijaning aniqligiga inson omili tufayli farq qilishi mumkin, shuning uchun u noaniqlik va subyektivlikka ega

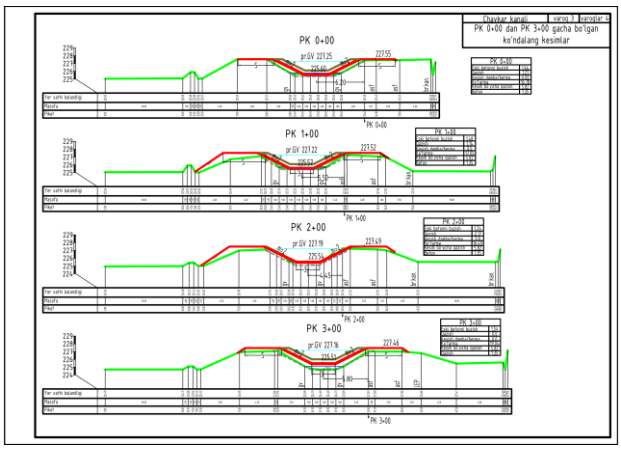
Pareto optimal usuli esa matematik yondashuv asosida yuqori aniqlikni ta’minlaydi lekin uni qo‘llash murakkabroq bo‘lishi mumkin.



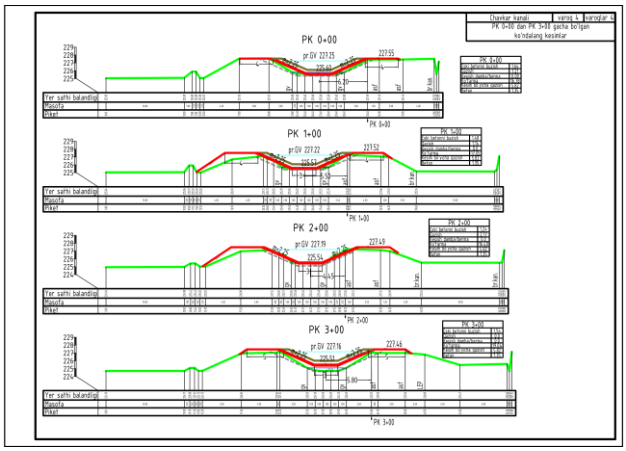
3-rasm. 1-loyiha qo‘yma temir-beton materialdan.



4-rasm. 2-loyiha yig‘ma temir-beton materialdan.



5-rasm. 3-loyiha qo‘yma beton-plenkali.



6-rasm. 4-loyiha yig‘ma beton-plenkali.

Gidrotexnika inshootlarini loyihalash jarayoniga qo‘yilgan asosiy sifat ko‘rsatkichlari 1-jadvalda ko‘rishimiz mumkin:

1-jadval.

Asosiy sifat ko‘rsatkichlar

№	Sifat ko‘rsatkichlari	1-loyiha	2-loyiha	3-loyiha	4-loyiha
1	Loyihaning narxi,	100 000 (shartli birlik)	120 000 (shartli birlik)	140 000 (shartli birlik)	160 000 (shartli birlik)
2	Mustahkamligi va xavfsizligi,	20-25 yil	30-35 yil	20-25 yil	35-40 yil
3	Qurilish normalari,	80%	80,1%	80,2%	80,1%
4	Tashqi ta’sirlarga chidamliligi,	40-50 %	60-70 %	40-50%	70-80%
5	Qurilish materiallari	80 %	80 %	50 %	50 %

Bu sifat ko‘rsatkichlari gidrotexnika inshootlari loyihasiga qo‘yilgan barcha sifat ko‘rsatkichlari emas, chunki bu sifat ko‘rsatkichlarini yana davom ettirishimiz mumkin.

2-jadval.

Ekspertlar bahosi

Ekspertlar	I loyiha	II loyiha	III loyiha	IV loyiha
1-ekspert	85%	87%	83%	80%
2-ekspert	82%	85%	81%	78%
3-ekspert	70%	75%	76%	78%
4-ekspert	72%	73%	74%	76%
5-ekspert	95%	92%	90%	88%
6-ekspert	93%	90%	88%	86%
7-ekspert	80%	82%	80%	82%
8-ekspert	81%	80%	81%	80%
9-ekspert	78%	85%	78%	90%
10-ekspert	80%	87%	80%	91%
O’rta qiymat	81,6%	83,6%	81,1%	82,9%

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ikkinchi loyiha boshqa loyihalarga nisbatan ekspertlar bahosiga asosan tanlanishi mumkin.

Keyingi bosqichdan berilgan loyiharni Pareto optimal usuli bo‘yicha taqqoslashtiramiz. Pareto optimal formulasiga asosan ikkita loyiha ya’ni eng loyiq loyiha va eng noloyiq loyihalar shakllantiriladi. Birinchi eng loyiq loyiha [100 000 (shartli birlik), 35-40 yil, 80,2%, 70-80%, 80%]. Eng noloyiq loyiha [160 000 (shartli birlik), 20-25 yil, 80%, 40-50%, 50%].

Pareto optimal usulining shartiga binoan 3-jadval tuziladi.

k_1 – Loyihaning narxi

k_2 – mustahkamligi va xavfsizligi

k_3 – qurilish normalari

k_4 – tashqi ta’sirlarga chidamliligi

k_5 – qurilish materiallari

3-jadval.

Sifat ko‘rsatkichlarining loyihalar bo‘yicha farqi

Obyektlar	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
1-loyiha	1	1	0,8	0,4	0,8
2-loyiha	1,2	1,5	0,801	0,6	0,8
3-loyiha	1,4	1	0,802	0,4	0,5
4-loyiha	1,6	1.75	0,801	0,7	0,5
Loyiq loyiha	$k_1^+ = 1$	$k_2^+ = 1{,}75$	$k_3^+ = 0{,}9$	$k_4^+ = 0{,}7$	$k_5^+ = 0{,}8$
Noloyiq loyiha	$k_1^- = 1{,}6$	$k_2^- = 1$	$k_3^- = 0{,}8$	$k_4^- = 0{,}4$	$k_5^- = 0{,}5$

Har bir loyihani eng loyiq va noloyiq orasidagi masofasini aniqlaymiz.

$$d_j^i = \frac{k_j^+ + k_j^i}{k_j^+ - k_j^-}. \quad (1)$$

4-jadvalda har bir loyihani eng loyiq va noloyiq loyihalar orasidagi masofa ko‘rsatiladi.

4-jadval.

Loyiq va noloyiq loyihalar orasidagi masofa

Obyektlar	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
1-loyiha	−3.33	3.66	801	3.66	5.33
2-loyiha	-3.66	4.33	801,5	4.33	5.33
3-loyiha	-4	3.66	802	3.66	4.33
4-loyiha	-4.33	4.66	801,5	4.66	4.33

Loyihalar tartibga solinib bir-biri bilan taqqoslanadi

$d_1 \rightarrow$ 1-loyiha > 2-loyiha > 3-loyiha > 4-loyiha

$d_2 \rightarrow$ 4-loyiha > 2-loyiha > 1-loyiha = 3-loyiha

$d_3 \rightarrow$ 3-loyiha > 2-loyiha = 4-loyiha > 1-loyiha

$d_4 \rightarrow$ 4-loyiha > 2-loyiha > 1-loyiha = 3-loyiha

$d_5 \rightarrow$ 1-loyiha = 2-loyiha > 3-loyiha = 4-loyiha

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki ikkinchi loyiha boshqa loyihalarga nisbatan doimiy yaxshi o‘rinlarga ega bo‘lgani uchun tanlangani maqsadga muvofiqdir

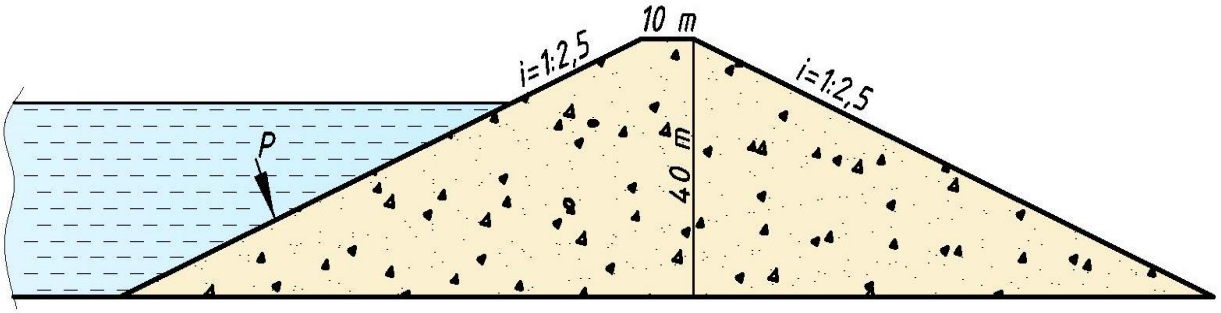
Tadqiqotlar shuni ko‘rsatayaptiki bir nechta operativ variantlardan maqbulini tanlash uchun Delphi usuli va Pareto optimal usullarini qo‘llash amaliy masalalar yechishda yaxshi natijalarni ko‘rsatmoqda. Agar mezonlar ko‘p miqdorda bo‘lsa Delphi usuli yaxshi natija ko‘rsatmoqda. Mezonlar miqdori 5 tadan kam bo‘lsa Pareto optimal usuli yaxshi natija beradi

Dissertatsiyaning **“Gidrotexnika inshootlari loyihalarini sifat ko‘rsatkichlariga ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillar”** deb nomlangan ikkinchi bobida gidrotexnika inshootlariga ta’sir qiluvchi asosiy sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash va ularning ekspluatatsiya jarayonida inshootga qanday ta’sir qilishini tahlil qilishga qaratilgan. Ilm-fan va texnika sezilarli darajada rivojlanib kundalik hayotimiz va ishlab chiqarish yanada osonlashib bormoqda. Lekin hozirgi vaqtda faqat ma’lum bi vazifani bajaruvchi texnika yoki dasturlarni yaratish yetarli emas. Balki bu texnika va dasturlarni kelajakda qanchalik samarali ekanligini bashorat qilish dolzarb masalaga aylanib bormoqda. Bunga yaqqol misol qilib “Gidrometeomarkaz” tomonidan qilinadigan ob-havo bashoratini ko‘rsatishimiz mumkin. Ob-havo bashoratidan kelib chiqib tibbiy, texnik va iqtisodiy tayyorgarliklar ko‘rish kundalik hayotimizda qanchadan-qancha iqtisodiy yo‘qotishlarni oldini olish va ob-havo ta’sirida kelib chiqadigan kasalliklar ko‘payishiga tibbiy tayyorgarlik ko‘rish mumkin.

Gidrotexnika inshootlarini bashorat qilish algoritmini ishlab chiqish va avtomatlashtirish orqali yillik suv hajmini aniqlash va shunga ko‘ra dehqonchilik maydonlariga suv taqsimlash, taqsimlanadigan suv hajmiga ko‘ra dehqonchilik

maydonlarida yetishtiriladigan mahsulotlar turini va navini tanlash davlatimiz uchun juda katta iqtisodiy foyda keltirishi mumkin. Olib borilgan izlanishlar natijasi shuni ko‘rsatadiki gidrotexnika inshootlarini bashorat qilishda eng samarali usul “Regressiya” va kompyuter grafik dasturlarida qilinadigan vizualizatsiya usullaridir.

SolidWORKS dasturida to‘g‘on loyihasini suv bosimiga chidamliligini hisoblash eksperimenti bajarildi. Buning uchun misol tariqasida suv ombori loyihasi bir necha vairantlarda tuzildi va suv omborida yig‘ilgan suvning bosim kuchi to‘g‘onga qanday ta’sir qilishi variantlar uchun alohida eksperiment qilindi (7-rasm).

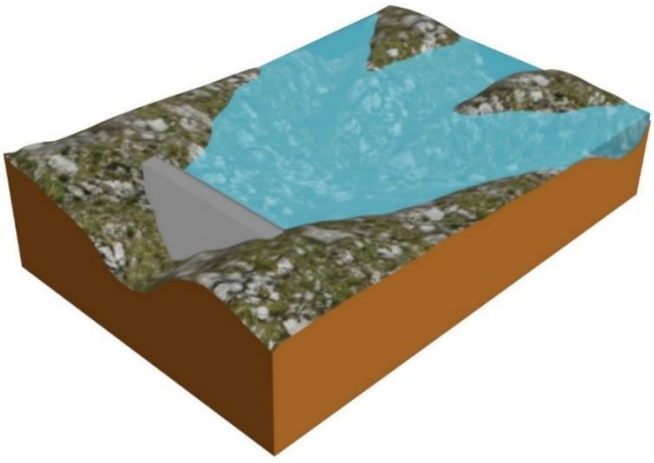


7-rasm. To‘g‘onning ko‘ndalang kesimi.

Gidrotexnika inshootlari qurilishida foydalaniladigan materiallar ham standartlashtirilgan bo‘lib ular quyida O‘zDSt 779.2023 standartida keltirilgan.

Ushbu ma’lumotlardan foydalangan holda to‘g‘on loyihasining gidravlik hisobi ishlab chiqildi va suv omborida yig‘ilgan suvning bosim kuchi to‘g‘onga qanday ta’sir qilishi formulasi tuzildi.

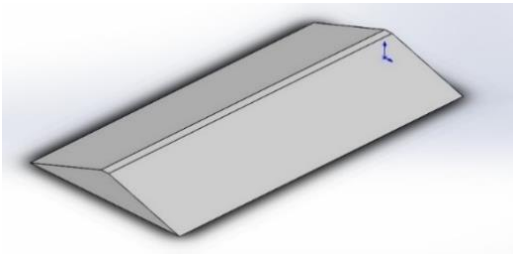
Yuqorida keltirilgan ma’lumotlar bo‘yicha o‘rganishlar olib borildi va gidrotexnika inshootlari uchun qo‘llaniladigan beton markalari aniqlandi. Suv omboriga yig‘ilgan suv to‘g‘onga qanday ta’sir qilishi hisoblandi. SolidWorks dasturida loyihalash normalariga muvofiq to‘g‘on 3D modeli yasaldi va yigi‘lgan suvning bosimiga chidamliligi hisoblab chiqildi (8-rasm).



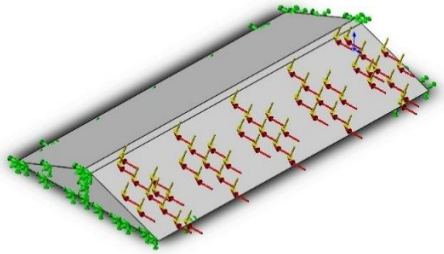
8-rasm. Birinchi holat.

Suv omborida yig‘ilgan suv bosimining yo‘nalishi quyidagi rasmda keltirilgan (9-rasm). SolidWORKS dasturida gruntdan qurilgan va ust qoplamasi betondan tayyorlangan to‘g‘on modeliga yig‘ilgan suv bosimi ta’sir qilganda o‘zgarishi

mumkin bo‘lgan ko‘rinishi va maksimal bardosh bera oladigan bosim kuchi ko‘rsatilgan (10-rasm).

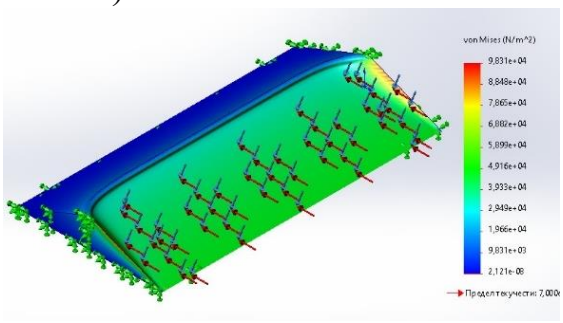


9-rasm. Tajriba uchun tayyorlangan to‘g‘onning 3D modeli.

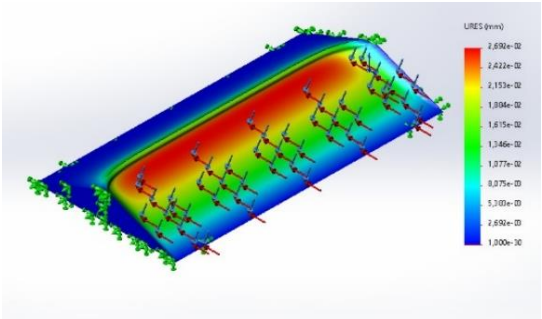


10-rasm. Suv bosiminig yo‘nalishi va to‘g‘onni yer sirtiga berkitish.

To‘g‘onga yig‘ilgan suv va to‘g‘on shakliga ko‘ra to‘g‘onning barcha qismiga bosim bir xilda ta’sir qilmaydi. To‘g‘onning qaysi qismiga suv bosimi kuchli ta’sir qiladi va shakl o‘zgarish deformatsiyasini ham ko‘rish mumkin (11-rasm). To‘g‘onga yig‘ilgan suvning umumiy bosim kuchi to‘g‘onni umumiy joyidan surishga harakat qiladi bunda SolidWORKS dasturining to‘g‘onni yer sirtiga biriktirilgan qismiga qanchalik zo‘riqish hosil bo‘lishini ham hisoblash mumkin (12-rasm).

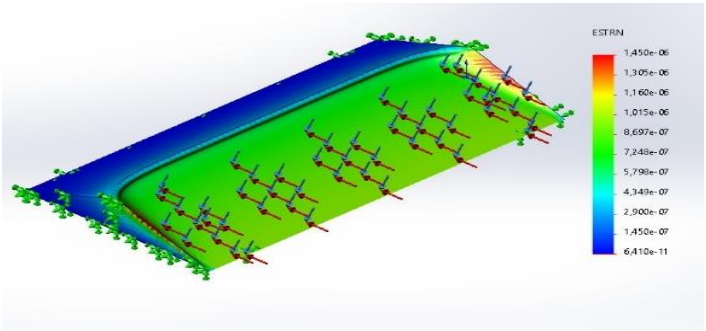


11-rasm. To‘g‘onga bosim ta’sir qilgandagi holati.



12-rasm. O‘zgarish yuqori bo‘lgan qismlar.

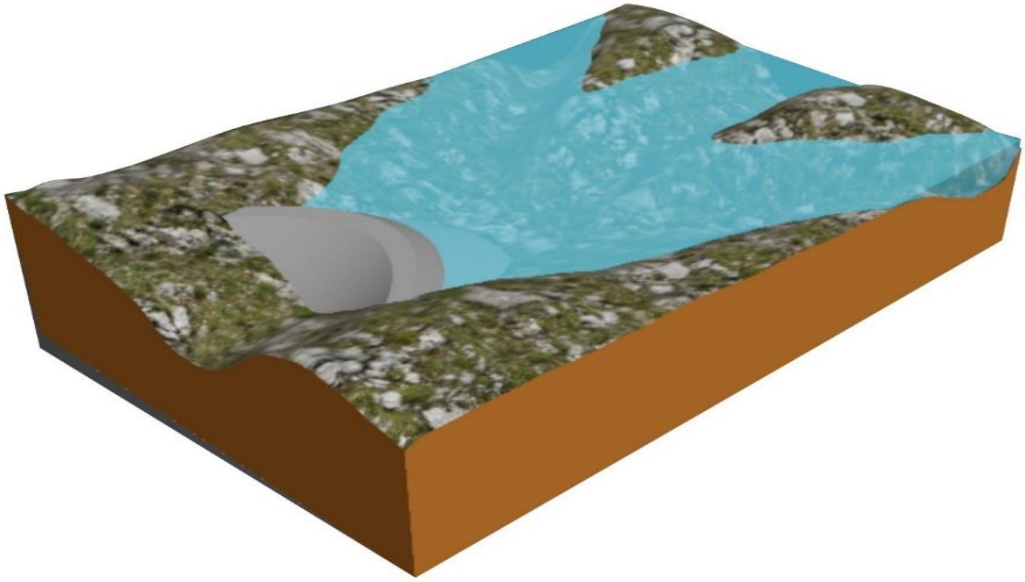
Suv omborida yig‘ilgan suv bosim kuchi to‘g‘onni joyidan surishga harakat qiladi, shunda to‘g‘onnning tayanch qismida zo‘riqish hosil bo‘ladi (13-rasm).



13-rasm. Yig‘ilgan suv to‘g‘onni joyidan surganda zo‘riqish hosil bo‘ladigan qismi.

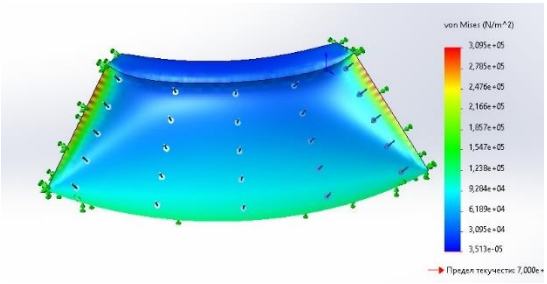
Xuddi shu tartibda ikkichi loyiha test qilindi. SolidWORKS dasturida gruntdan qurilgan va ust qoplamasi betondan tayyorlangan to‘g‘on modeliga

yig‘ilgan suv bosimi ta’sir qilganda o‘zgarishi mumkin bo‘lgan ko‘rinishi va maksimal bardosh bera oladigan bosim kuchi ko’rsatilgan (14-rasm).

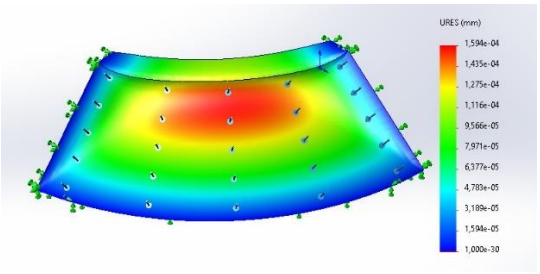


14-rasm. Arkasimon to‘g‘on loyihasining 3D modeli.

To‘g‘onga yig‘ilgan suv va to‘g‘on shakliga ko‘ra to‘g‘onning barcha qismiga bosim bir xilda ta’sir qilmaydi. To‘g‘onning qaysi qismiga suv bosimi kuchli ta’sir qiladi va shakl o‘zgarish deformatsiyasini ham ko‘rish mumkin (15-rasm). To‘g‘onga yig‘ilgan suvning umumiy bosim kuchi to‘g‘onni umumiy joyidan surishga harakat qiladi bunda SolidWORKS dasturining to‘g‘onni yer sirtiga biriktirilgan qismiga qanchalik zo‘riqish hosil bo‘lishini ham hisoblash mumkin (16-rasm).

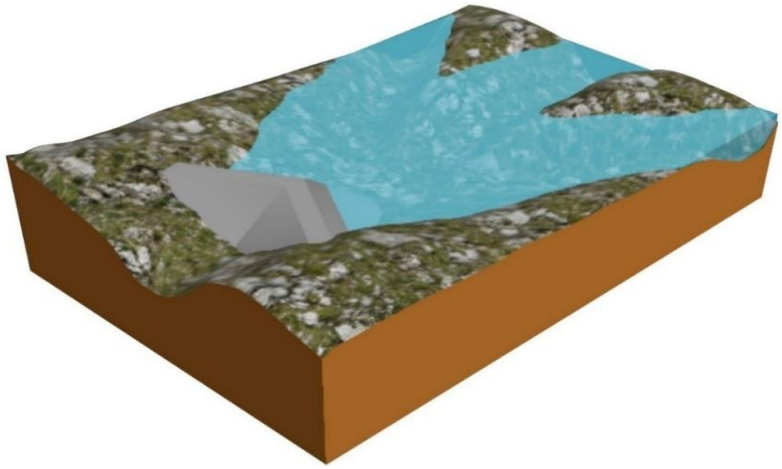


15-rasm. Arkasimon to‘g‘onga yig‘ilgan suv bosim kuchi ta’sirida o‘zgarishi mumkin bo‘lgan holat.



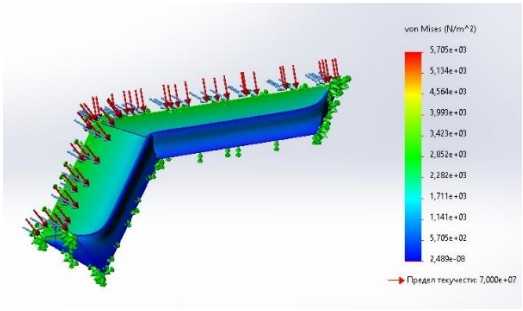
16-rasm. To‘g‘onning qaysi qismida suv bosim kuchi kuchli va shakl o‘zgarish yuqori bo‘lgan qism.

Keyingi bosqichda shu tartibda uchinchi loyiha test qilindi. SolidWORKS dasturida gruntdan qurilgan va ust qoplamasi betondan tayyorlangan to‘g‘on modeliga yig‘ilgan suv bosimi ta’sir qilganda o‘zgarishi mumkin bo‘lgan ko‘rinishi va maksimal bardosh bera oladigan bosim kuchi ko’rsatilgan (17-rasm).

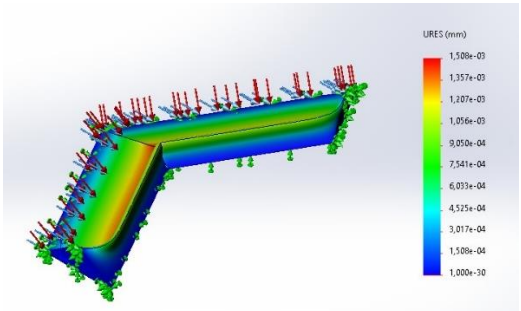


17-rasm. Uchburchaksimon to‘g‘onning 3Ds MAX dasturida qilingan ko‘rinishi.

To‘g‘onga yig‘ilgan suv va to‘g‘on shakliga ko‘ra to‘g‘onning barcha qismiga bosim bir xilda ta’sir qilmaydi. To‘g‘onning qaysi qismiga suv bosimi kuchli ta’sir qiladi va shakl o‘zgarish deformatsiyasini ham ko‘rish mumkin (18-rasm). To‘g‘onga yig‘ilgan suvning umumiy bosim kuchi to‘g‘onni umumiy joyidan surishga harakat qiladi bunda SolidWORKS dasturining to‘g‘onni yer sirtiga biriktirilgan qismiga qanchalik zo‘riqish hosil bo‘lishini ham hisoblash mumkin (19-rasm).



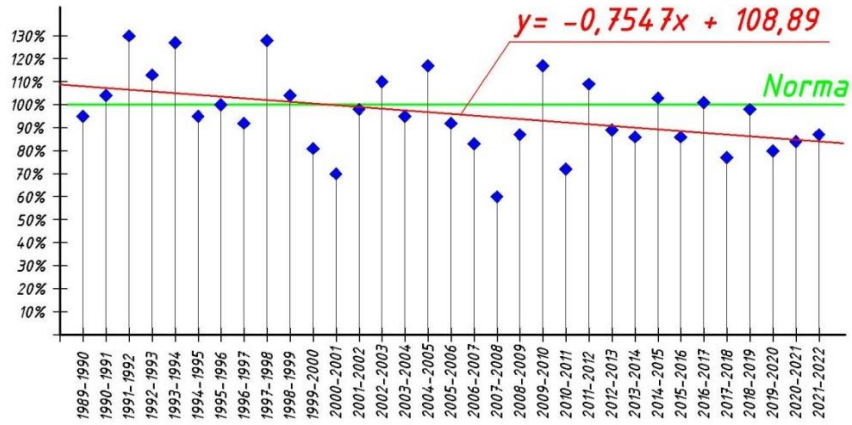
18-rasm. Uchburchaksimon to‘g‘onga yig‘ilgan suv bosim kuchi ta’sirida o‘zgarishi mumkin bo‘lgan holat.



19-rasm. To‘g‘onning qaysi qismida suv bosim kuchi kuchli va shakl o‘zgarish yuqori bo‘lgan qism.

Jarayonlarni bashorat qilishda Regressiya usuli keng qo‘llaniladigan usullardan biridir ushbu usulni gidrotexnika inshootlarni bashorat qilishda qo‘llashda maqsadga muvofiq bo‘ladi. “Amu daryo” daryosini 1989-2022-yillardagi suv hajmining statistik ma’lumotlariga ko‘ra kelasi yillardagi suv hajmi bashorat qilindi.

“Amu daryo” daryosining 1989-2022-yillardagi suv hajmi statistik ma’lumotlarga asoslangan holda keyingi yillarda “Amu daryo” daryosidagi suv hajmi bashorat qilinadi. Buning uchun statistik ma’lumotlar Dekart koordinatalar sistemasiga joylashtiriladi bunda Ox o‘qi bo‘ylab yillar hamda Oy o‘qi bo‘ylab suv hajmi joylashtiriladi. Keyingi bosqichda yillarga mos suv hajmi orqali nuqtalar olinadi va ushbu nuqtalarga mos regressiya chizig‘i o‘tkaziladi (20-rasm).



20-rasm. Yillik suv hajmi.

Iqtisodiy holatlarda ayrim o‘zgaruvchilarning ta’sirini tajriba sharoitida to‘liq nazorat qilish imkoniyati mavjud emas. Shu sababli, muayyan omilning natijaviy ko‘rsatkichiga ta’sirini xolis baholashda boshqa omillarning bir xil sharoitda saqlanishini ta’minlash murakkablashadi. Bunday vaziyatda natijaga ta’sir etuvchi qo‘shimcha omillarni ham model tarkibiga kiritish orqali ularning ta’sirini hisobga olish zarur. Mazkur maqsadga erishishda ko‘p omilli regressiya modelidan foydalanish eng maqbul usullarda biri hisoblanadi

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \ldots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \qquad (2)$$

Bu yerda ε_i nolga teng matematik kutilma va dispersiya σ^2 bo‘lgan o‘zaro bog‘liq bo‘lmagan tasodifiy o‘zgaruvchilardir. Bunday tenglamani iste'molni o'rganishda qo'llash mumkin. U holda β_i koeffitsientlari mos keladigan x_i omillarga nisbatan y iste'molining qisman hosilalari: $\beta_1 = \frac{dy}{dx_1}, \beta_2 = \frac{dy}{dx_2}, \ldots, \beta_k = \frac{dy}{dx_k}$, boshqa barcha xi lar doimiy deb faraz qilingan.

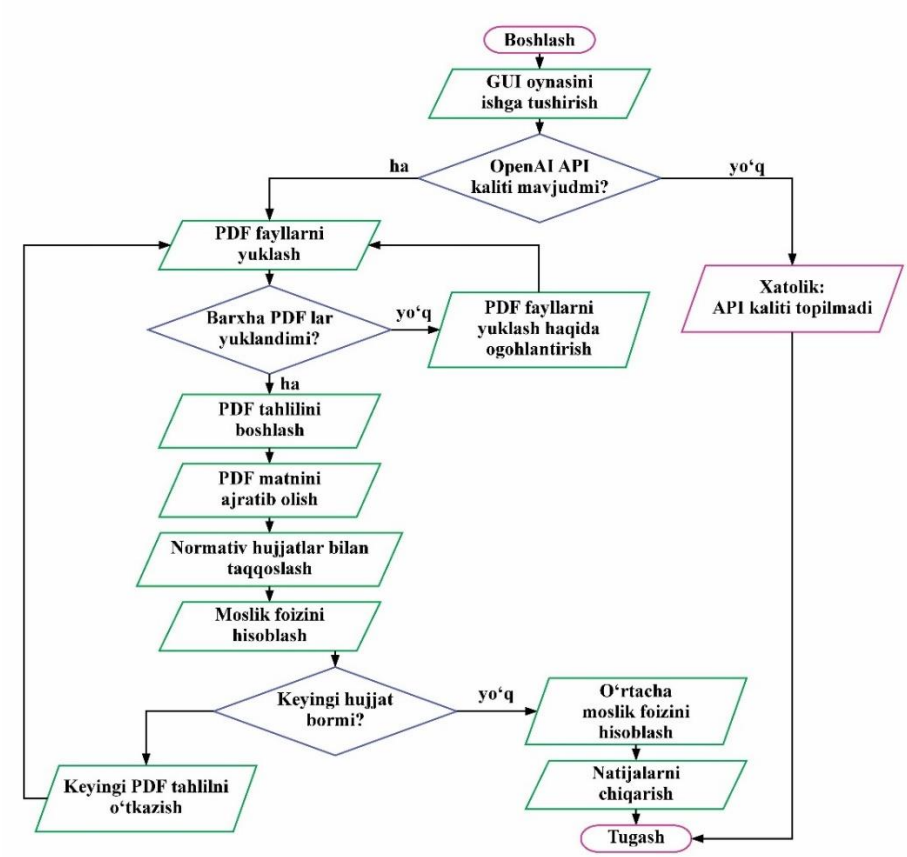
Yuqorida keltirilgan regressiya grafiklari va formulasidan ko‘rinib turibdiki “Amu daryo” daryosining suv hajmi yildan yilga kamayib bormoqda. Bu o‘zgarish albatta iqlim o‘zgarishi, mahalliy hududlarda yetishtiriladigan paxta, bug‘doy, sholi va boshqa mahsulotlarning hosildorligiga ham ta’sir qilmasdan qolmaydi

Dissertatsiyaning “Tavsiya qilingan kavalimetriya usullarini amaliyotda qo‘llash” deb nomlangan uchinchi bobida gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayonida sifat ko‘rsatkichlar nazoratini avtomatlashtirilgan algoritmlarini ishlab chiqishda tavsiya qilingan algoritmlar asosida tuzilgan dastur va loyihalarni baholashda qo‘llaniladigan an’anaviy usullar yoritib berilgan.

Gidrotexnika inshootlari va boshqa loyihalarni ekspertizadan o‘tkazish O‘zbekiston Respublikasi vazirlar mahkamasining 2021-yil 17-sentabr sanadagi 579-son bilan qabul qilingan “Shaharsozlik hujjatlarini ekspertizadan o‘tkazish tartibotlarini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi qarori bilan belgilab berilgan. Qarorga ko‘ra gidrotexnika inshootlarini ekspertizadan o‘tkazish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

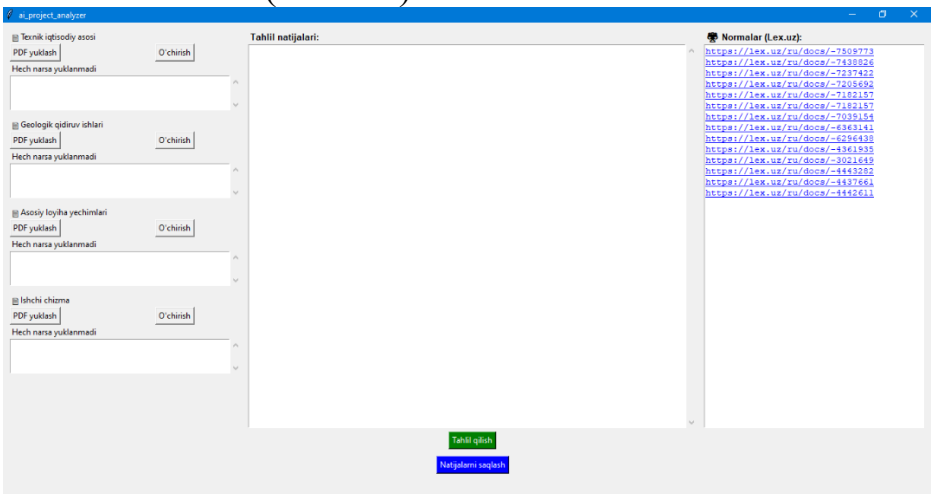
An’aviy usulga ko‘ra loyiha baholanish jarayonida 15 ta bosqichda o‘tadi, ushbu bosqichlar O‘zbekiston Respublikasivazirlar mahkamasining 17.09.2021 sanadagi 579-sonli “Shaharsozlik hujjatlarini ekspertizadan o‘tkazish tartibotlarini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi qarorida keltirilgan. Ushbu

jarayonda loyihalarni baholash o‘rtacha 30 ish kuni davomida baholanadi. Tadqiqot ishi natijasida tuzilgan dastur yordamida esa bu jarayon avtomatlashtirilgan va qisqa vaqt ichida natijani ko‘rish mumkin. Dasturning blok sxemasi 21-rasmda keltirilgan.



21-rasm. Dastur blok sxemasi.

Gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayonida sifat ko‘rsatkichlari nazoratini avtomatlashtirilgan algoritmlarini ishlab chiqish natijasida tayyorlangan dasturiy ta’minot ko‘rinishi (22-rasm).



22-rasm. Dasturiy ta’minot ko‘rinishi.

Dastur gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash uchun foydalaniladi. Buning uchun “OpenAI API” platformasidan kalit olingan bo‘lib: sk-proj-dOIqf5axRG00GQ0mos1vjDYZ7y61sKvlrrJIYrtvXEUQ97IqDRfFWpo9Z3P42Bs

eHQrNRBGmCJT3BlbkFJCIAm0izESyhKb-sqJzXwplui-W2SjfAYlv2ptSTyZrGBrTPkLL4pTzvjxxNEbir8UGCt1kdIA, dastur ushbu kalit yordamida ishlaydi.

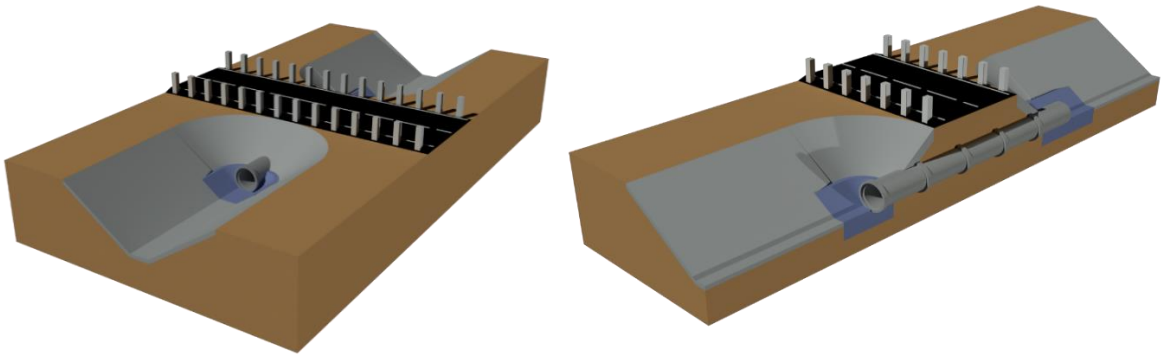
Dasturga hozirda gidrotexnika inshootlari loyihasining:

- Texnik-iqtisodiy asosi
- Geologik qidiruv ishlari natijalari
- Asosiy loyiha yechimlari
- Ishchi chizma

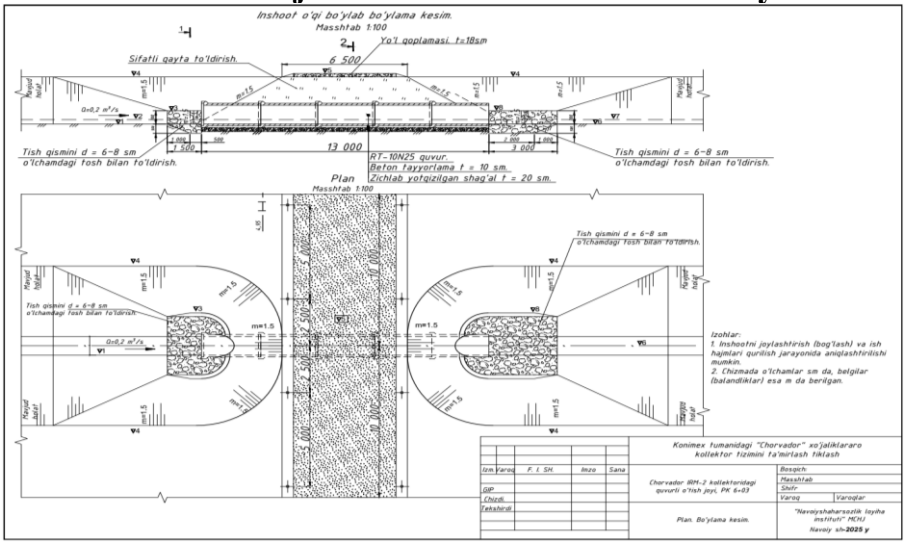
Ushbu natijalar kiritilganda dastur natijalarni tahlil qilib normalar bilan solishtiradi va normalarga qanchalik mos kelishini % da chiqaradi. Dastur loyihalarni faqat normalarga mosligini chiqaribgina qolmasdan qanday kamchiliklar borligini ham ko‘rsatadi.

Quyida Konimex tumanida joylashgan “Chorvador” xo‘jaliklararo kollektori tizimi loyihasi keltirilgan (23,24-rasm). Ushbu loyihani ishlab chiqilgan dastur yordamida baholab, normalarga qanchalik mos kelishi va qanday kamchiliklari mavjudligini ko‘rishimiz mumkin.

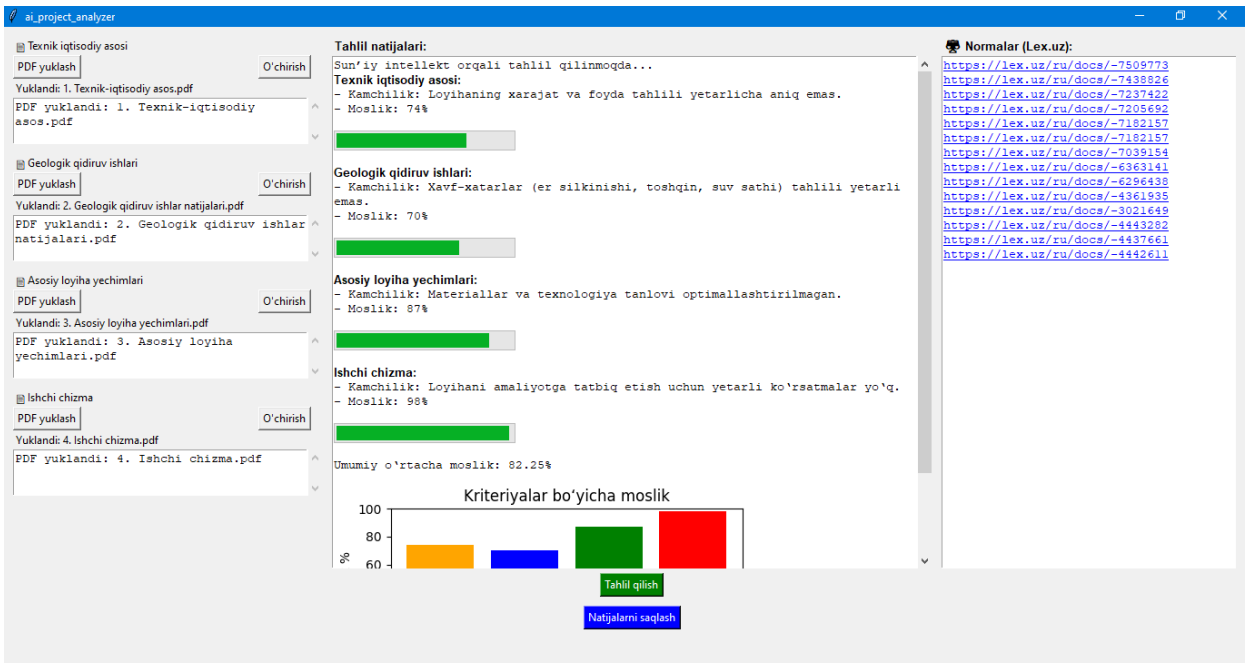
Mazkur loyiha yechimi “Chorvador” xo‘jaliklararo kollektor tizimining o‘tkazuvchanligini tiklashga, meliorativ holatni yaxshilashga va transport vositalarining xavfsiz o‘tishini ta’minlashga xizmat qiladi. Qurilish texnologiyasi va materiallar tanlovi hududning geologik sharoiti hamda suv sarfi hisobiga mos keladi.



23-rasm. “Chorvador” xo‘jaliklararo kollektor tizimi loyihasi 3D modeli.



24.rasm. Loyiha plani.



25-rasm. loyiha natijalari.

25-rasmda Chorvador kanali uchun tayyorlangan bir nechta variantlarni avtomatlashtirilgan algoritmlar asosida tayyorlangan dastur yordamida baholandi.

XULOSA

Yuqoridagi natijalardan ma'lumki, gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash jarayoniga kvalimetriya, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini qo'llash algoritmlarini ishlab chiqish loyihani baholashning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Mahalliy va xorijiy mualliflar tomonidan loyihalash jarayoni, tizimlarni avtomatlashtirish, kvalimetriya usullari, loyihani baholash usullari va qaror qabul qilish nazariyasini amaliyotga tadbiq qilish jarayonida yuzaga keladigan muammolar va ularning yechimlari yuzasidan ilmiy va amaliy tadqiqotlar tahlili amalga oshirildi.

Respublikamizda gidrotexnika inshootlari loyihalari uchun sifat ko'rsatkichlari ishlab chiqildi va ushbu sifat ko'rsatkichlari bo'yicha Delphi usulida ma'lum bir loyihaning bir nechta variantidan birini tanlashda qo'llanildi.

Gidrotexnika inshootlari loyihalari sifat ko'rsatkichlari bo'yicha ma'lum bir loyihaning bir nechta varianti tuzilib ushbu loyihalar Pareto optimal usulida baholandi va eng maqbul loyihani tanlash bo'yicha ko'rsatmalar berildi.

Gidrotexnika inshootlari loyihalarini baholash bo'yicha tanlangan Delphi va Pareto optimal usullari bir-biri bilan taqqoslandi. Loyihani baholash usullari qaysi holatda qanday samara berishi to'g'risida amaliy tavsiyalar berildi.

Gidrotexnika inshootlarini loyihalash jaryonida bashorat qilish usullari yuzasidan o'tkazilgan tadqiqotlar tahlil qilindi va loyiha tuzish jarayonida gidrotexnika inshootini bashorat qilish algoritmlari ishlab chiqildi.

Gidrotexnika inshootlarini bashorat qilishda grafik dasturlar yordamida vizualizatsiya qilish usuli yordamida suv havzasida yig'ilgan suvning bosim kuchi

turli geometrik shakldagi to‘g‘onlarda sinab ko‘rildi va eng maqbul to‘g‘on turi tavsiya qilindi.

Hozirda foydalanib kelinayotga va qurilishi ko‘zda tutilgan gidrotexnika inshootlarini “regressiya” usuli yordamida bashorat qilish algoritmlari ishlab chiqildi va kerakli tavsiyalar berildi.

Ishlab chiqilgan algoritmlar asosida gidrotexnik inshootlarni bashorat qilish umuman olganda keyingi yillarga rejalashtirilgan vazifalarni takomillashtirishda juda katta ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqot ishi yuzasidan umumiy xulosa sifatida gidrotexnika inshootlarini bashorat qilish loyihalarni oldindan tanlash imkoniyatini yaratibgina qolmasdan baxtsiz hodisalarni oldini oladi.

Gidrotexnika inashootlari loyihalarini baholash jarayonidagi algoritmlar “Visual Studio Code” muhitida “Python” dasturlash tili orqali avtomatlashtirilgan dastur ishlab chiqilgan.

РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРИ НАУЧНОМ СОВЕТЕ DSc.03/30.12.2019.T.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ “ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА”

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ”ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА“

СУЮНОВ ШАХЗОД ҒУЛОМ ЎҒЛИ

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

05.01.01-“Инженерная геометрия и компьютерная графика. Аудио и видеотехнологии”

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент-2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан за номером B2025.1.PhD/T5281

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tiiame.uz) и на информационного-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Кучкарова Диларом Файзуллаевна** Доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Нуралиев Фахриддин Муродиллаевич** доктор технических наук, профессор
	Каххоров Уктам Абдурахимович доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	**Ташкентский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2026 г, в _____ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Национальном исследовательском университете “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства” (Адрес: 100000, г.Ташкент, улица Кары-Ниязий, дом 39. Тел.:(+99871) 237-22-09, факс: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства” (зарегистрирован за №____). Адрес: 100000, г.Ташкент, улица Кары Ниязий, дом 39. Тел.:(+99871) 237-19-45

Автореферат диссертации разослан«_____» _____ 20___ года.

(реестр протокола рассылки № ____ от «_____» _____ 20___ года.)

М.Х.Хамидов
Председатель Разового научного совета по присуждению учёных степеней, д.с.-х,н., профессор

Ф.А.Гаппаров
Ученый секретары Разового научного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

М.Р.Бакиев
Председатель Разового научного семинара при Разовом научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире особое внимание уделяется вопросам проектирования и строительства гидротехнических сооружений, контроля за процессами их строительства, оценки и повышения качества проектов, а также применения современных технологий при их эксплуатации. В настоящее время в развитых странах, в частности в США, Китае, Франции, Германии, России и других государствах, большое значение придается оценке качества и пригодности проектов гидротехнических сооружений, разработанных инженерами и с использованием технологий искусственного интеллекта. В этой связи особое внимание уделяется контролю процессов проектирования, применению методов квали́метрии, методов оценки проектов и теории принятия решений, а также повышению эффективности проектирования на основе разработки и моделирования оптимальных конструктивных решений.

В мире проводятся научные исследования, направленные на значительное повышение качества процесса проектирования гидротехнических сооружений, в частности на применение современных технологий квали́метрии, методов оценки проектов и теории принятия решений. В данном направлении приоритетное значение имеют исследования, направленные на автоматизацию процесса разработки проектной документации в проектных организациях, а также на значительную цифровизацию каждой отрасли. Вместе с тем актуальными задачами являются разработка алгоритмов и программного обеспечения для оценки проектов гидротехнических сооружений с использованием автоматизированных программных средств на основе принципов квали́метрии, методов оценки проектов и теории принятия решений, а также разработка методов определения эффективности применения современных технологий в процессе проектирования гидротехнических сооружений.

В нашей республике реализуется широкий комплекс мер по проведению исследований и их практическому применению в целях широкого использования современных инновационных методов при проектировании гидротехнических сооружений, а также создания новых технологий, способствующих повышению эффективности их проектирования. В Стратегии «Узбекистан — 2030» определены задачи по реализации перспективных проектов, направленных на управление водными ресурсами, рациональное использование воды и обеспечение безопасности гидротехнических сооружений[1]. Для реализации данных задач, в том числе с учетом требований модернизации, важное значение имеет проведение научных исследований по включению показателей качества в процесс проектирования гидротехнических сооружений.

Настоящее диссертационное исследование в определённой степени служит реализации задач, предусмотренных указами Президента Республики

[1] Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года № УП-158 «О Стратегии “Узбекистан — 2030”».

Узбекистан от 10 июля 2020 года № УП–6024 «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы» и от 15 августа 2025 года № УП–250 «Об утверждении Программы управления водными ресурсами и развития ирригационного сектора в Республике Узбекистан на 2025–2028 годы», постановлением Президента Республики Узбекистан от 9 октября 2019 года № ПП–4486 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами», а также другими нормативно-правовыми актами, относящимися к данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления IV «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий» развития науки и технологий Республики Узбекистан.

Степень изученности проблемы. Проблемы разработки алгоритмов применения квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений при проектировании гидротехнических сооружений достаточно широко освещены в научной литературе. Вопросы автоматизации процессов и применения квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений в процессе проектирования изучались зарубежными учёными: Шмулевич Р. Г., Александрович П. И., Борисович И. Ш., Халитович А. Б., Эрикссон М., Кобелева Н. Н., Ногин В. В., Чен Б. С., Дуглас К., Джозеф М., Джуран Дж., Блантон А., Пайздек Т., Келлер А., Кляйнберг Дж., Тардос Э., Новак П., Моффат А. И., Наллури С., Нарайман Р., Котхамали П. Р., Карне В. К., Сурья С., Дандиала М., Фредерик С., Хиллиер Ф., Джеральд Дж. и другими учёными.

В Республике Узбекистан исследования по процессу проектирования гидротехнических сооружений проводились такими учёными, как Д. Ф. Кучкарова, М. Р. Бакиев, Н. Рахматов, А. И. Азимов, Р. Р. Эргашев, Б. Б. Хасанов, А. Р. Муратов, Ф. Ш. Шаазизов, А. Б. Халимбетов, К. Т. Якубов, Д. С. Аджимурадов, Б. С. Исматов. В частности, профессор Д. Ф. Кучкарова внесла значительный вклад в развитие теории топографических поверхностей.

В результате анализа изученности исследований в данной области установлено, что в настоящее время в процессе проектирования широко применяются квалиметрия, методы оценки проектов и теория принятия решений, а также методы прогнозирования проектных решений. Однако в процессе проектирования недостаточно изучены вопросы разработки не одного, а нескольких вариантов проекта с последующим выбором наиболее оптимального решения, а также проблемы автоматизации процесса проектирования на основе применения квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений.

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-

исследовательских работ Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» от 6 февраля 2025 года №2, пункт 1 — «Совершенствование конструкций гидротехнических сооружений, методов расчёта и проектирования, а также разработка основ их надёжной и безопасной эксплуатации на основе цифровых технологий» (2023–2026).

Цель исследования заключается в разработке автоматизированных алгоритмов контроля показателей качества в процессе подготовки проектов гидротехнических сооружений в современных системах проектирования.

Задачи исследования:

анализ и определение основных факторов, влияющих на гидротехнические сооружения;

анализ методов, применяемых в процессе оценки проектов гидротехнических сооружений, и сравнение данных методов между собой;

определение роли графических программ при оценке проектов гидротехнических сооружений и совершенствование метода визуализации в графических программах при оценке проектов;

совершенствование методов оценки и прогнозирования проектов и деятельности гидротехнических сооружений с использованием графоаналитических методов;

реализация предложенной методики посредством языков программирования, внедрение её в производственный и учебный процессы, а также определение её эффективности.

Объект исследования В качестве объекта исследования выбраны процессы оценки проектов и формирования оптимальных проектных решений при проектировании гидротехнических сооружений.

Предмет исследования предметом исследования являются технологии применения методов принятия решений, квалиметрии, методов оценки и прогнозирования, а также алгоритмов и программных комплексов, используемых в процессе разработки проектов гидротехнических сооружений.

Методы исследования в ходе исследования использованы современные методы квалиметрического анализа, математического моделирования и теории принятия решений, методы моделирования проектных процессов, теория цифровой обработки данных, сравнительный анализ полученных результатов, а также технологии программирования, методы оптимизации и теория прогнозирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены основные факторы, влияющие на гидротехнические сооружения, и обосновано их взаимное влияние друг на друга;

разработана методика сравнения методов Delphi и Парето-оптимальности при оценке проектов гидротехнических сооружений;

на основе норм проектирования гидротехнических сооружений в программе SolidWorks создана 3D-модель плотины и усовершенствован

метод визуализации процесса распределения давления воды, накопленной в водохранилище, на плотину;

на основе анализа показателей годового объёма воды в гидротехнических сооружениях усовершенствован метод прогнозирования объёма воды с использованием регрессионных формул в программах AutoCAD и Excel;

в процессе проектирования гидротехнических сооружений на основе правил квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений разработаны алгоритмы и программное обеспечение для автоматизированной оценки проектов.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

Созданы возможности для коренного повышения качества проектов, предназначенных для строительства, посредством применения автоматизированных алгоритмов контроля показателей качества в процессе проектирования гидротехнических сооружений.

Разработан модифицированный вариант методов графической визуализации и регрессии для прогнозирования проектов гидротехнических сооружений.

В результате внедрения методов оценки проектов, графической визуализации и регрессии в практику созданы возможности для предварительного отбора проектов и предотвращения аварийных ситуаций.

Разработано программное обеспечение для оценки гидротехнических сооружений на основе алгоритмов квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждена использованием современных методов математико-статистического анализа, аналитической геометрии, методов оптимизации, теории принятия решений, методов квалиметрии, методов оценки проектов, теории прогнозирования, а также применением средств компьютерного программирования.

Научная и практическая значимость результатов. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке методики сравнения методов оценки проектов гидротехнических сооружений, в частности метода Delphi и метода оптимальности Парето; совершенствовании метода визуализации процесса распределения силы гидростатического давления воды, накопленной в водохранилище, на плотину; а также разработке метода прогнозирования объёма воды с использованием регрессионных формул в программных средствах AutoCAD и Excel на основе анализа показателей годового объёма воды в гидротехнических сооружениях.

Практическая значимость результатов исследования заключается в создании 3D-модели плотины в программном комплексе SolidWorks на основе норм проектирования гидротехнических сооружений; разработке автоматизированного алгоритма определения качественных показателей в

процессе проектирования; а также создании программного обеспечения для оценки проектов гидротехнических сооружений на основе алгоритмов квалиметрии и теории принятия решений.

Внедрение результатов исследования. В рамках диссертации на основе полученных результатов по применению теории принятия решений, компьютерной графики, методов квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений при проектировании гидротехнических сооружений были использованы:

Алгоритмы и рекомендации по выбору наиболее оптимального варианта из нескольких проектов, разработанных с использованием методов Delphi и Парето-оптимальности, на основе основных факторов, влияющих на гидротехническое сооружение, были внедрены в практику в ООО «Навоий сувлойиҳа» и «Бассейновом управлении ирригационной системы Нижней Зарафшана» (справка Министерства водного хозяйства № 04/20-122 от 12 января 2026 года). В результате разработанные алгоритмы позволили автоматизировать процесс оценки проектов гидротехнических сооружений, значительно сократить рабочее время экспертов, осуществляющих оценку проектов, а также повысить производительность труда на 6–8 %;

На основе результатов исследования издано учебное пособие под названием «Topographic in drawing hydrotechnics» и внедрено в учебный процесс Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ» (В соответствии с приказом Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ» от 17 декабря 2024 года № 371 а/ф об издании учебной литературы под грифом университета.). В результате расширились возможности эффективной организации учебного процесса студентов с использованием современных средств, интеграции теоретических знаний и повышения уровня профессиональной подготовки;

Автоматизированные алгоритмы контроля показателей качества в процессе проектирования гидротехнических сооружений внедрены в практику АО «Гидропроект» (справка Министерства водного хозяйства № 04/20-122 от 12 января 2026 года). В результате за счёт использования квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений при разработке рекомендуемых проектов гидротехнических сооружений достигнуто повышение эффективности работы на 20 % по сравнению с традиционным методом оценки.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 5 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По диссертационной работе в общей сложности опубликовано 32 научные работы, из которых 1 рекомендация и 1 свидетельство на программное обеспечение. В научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для опубликования основных результатов диссертаций на

соискание ученой степени доктора философии (PhD), опубликовано 13 научных статей, в том числе 8 статей в республиканских и 5 — в зарубежных

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость проведения диссертационного исследования, сформулированы его цель и задачи, а также определены объект и предмет исследования. Показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Изложена научная новизна и практические результаты работы, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов. Также представлены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных научных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Анализ применения квалиметрических методов при разработке проектов гидротехнических сооружений»**, выполнен обзор научной литературы по применению квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений в различных областях. В том числе отобраны специальные методы оценки проектов гидротехнических сооружений и проведено их сравнительное сопоставление.

Как известно, количество факторов, влияющих на гидротехнические сооружения, настолько велико, что учесть их все при оценке проектов невозможно. Поэтому рекомендуется отбирать только наиболее значимые факторы, оказывающие существенное влияние на гидротехнические сооружения, и проводить оценку по предложенным методам (рисунок 1).



Рисунок 1. Факторы, влияющие на гидротехнические сооружения.

Как видно из анализа литературы, для каждого процесса существуют алгоритмы оценки, на основе которых разработан алгоритм оценки проектов гидротехнических сооружений (рисунок 2).

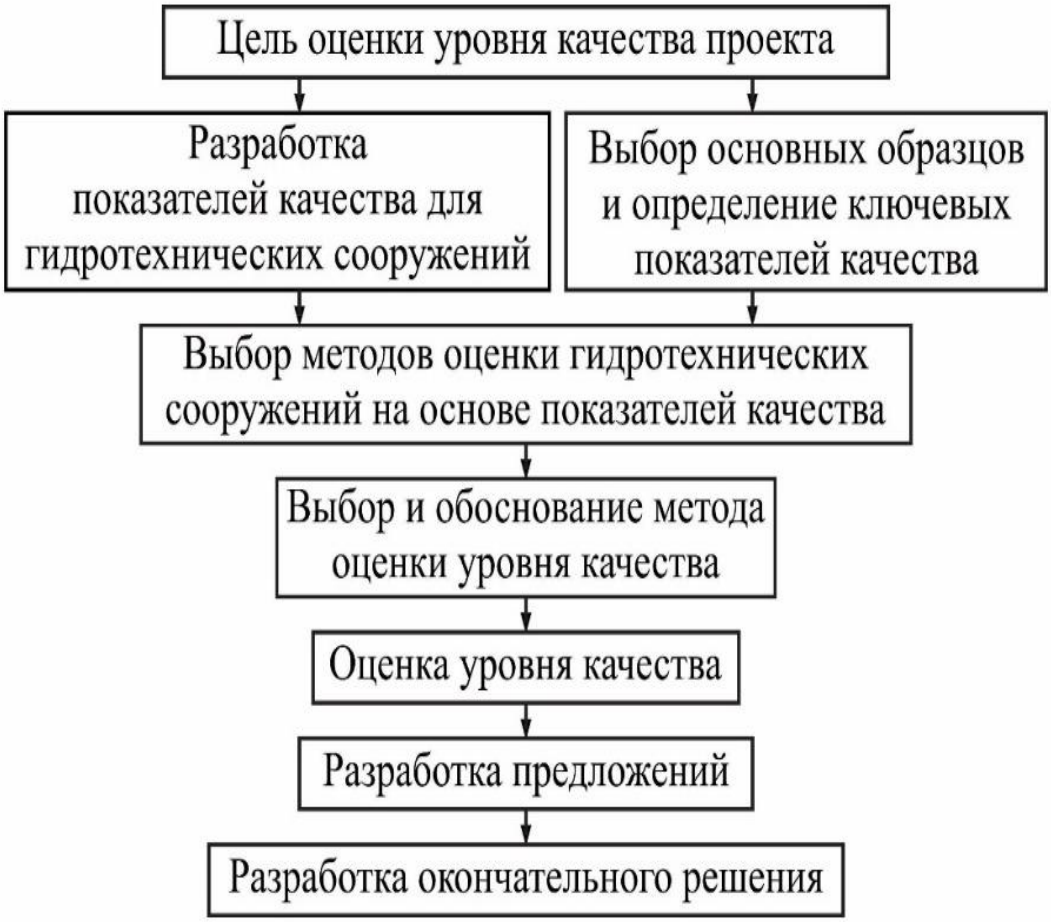


Рисунок 2. Алгоритм оценки проектов гидротехнических сооружений.

На основе данного алгоритма проекты гидротехнических сооружений оцениваются с использованием отобранных методов, после чего выбирается наиболее приемлемый проект. Первый метод — метод Дельфи — был разработан американскими исследователями в первой половине прошлого века и использовался для оценки и прогнозирования различных процессов. Второй метод — метод оптимальности Парето, который основан на математическом подходе и обеспечивает высокую точность при выборе одного из альтернативных вариантов. С помощью данных методов был выбран один из вариантов проекта гидротехнического сооружения. В исследовательской работе также представлено сравнение этих двух методов между собой.

Точность результатов метода Дельфи может варьироваться из-за человеческого фактора, поэтому он характеризуется неопределённостью и субъективностью.

Метод Парето-оптимальности обеспечивает высокую точность на основе математического подхода, однако его применение может быть более сложным.

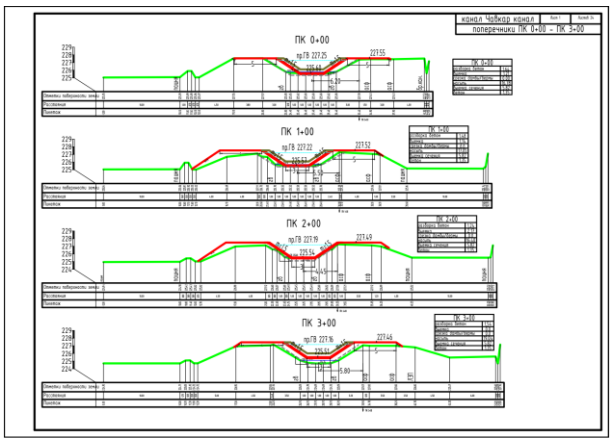


Рисунок 3. Проект 1 — монолитная железобетонная конструкция.

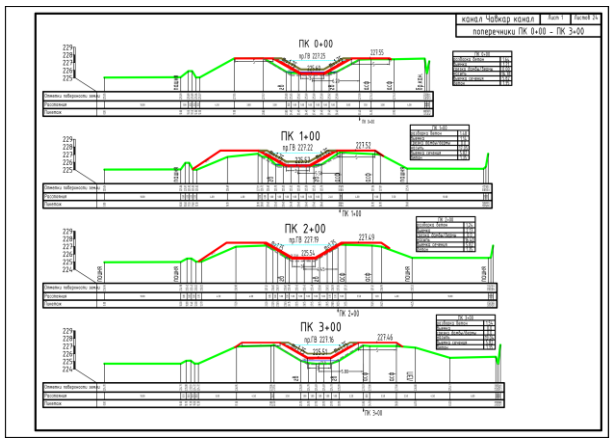


Рисунок 4. Проект 2 — сборная железобетонная конструкция.

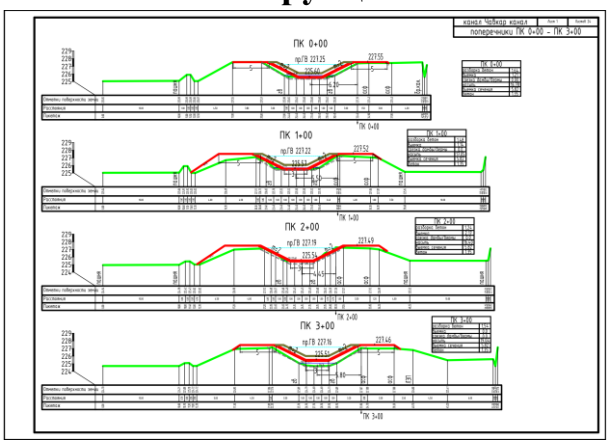


Рисунок 5. Проект 3 — монолитная бетонно-плёночная конструкция.

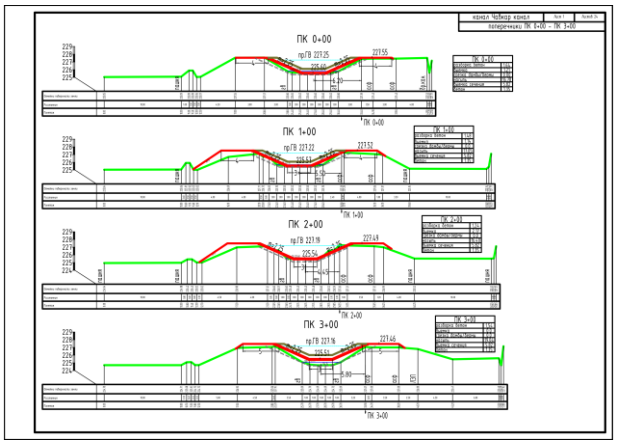


Рисунок 6. Проект 4 — сборная бетонно-плёночная конструкция.

Основные показатели качества, предъявляемые к процессу проектирования гидротехнических сооружений, приведены в таблице 1:

Таблица 1.

Основные показатели качества

№	Показатели качества	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4
1	Стоимость проекта	100 000 (условная единица)	120 000 (условная единица)	140 000 (условная единица)	160 000 (условная единица)
2	Прочность и безопасность	20-25 г	30-35 г	20-25 г	35-40 г
3	Строительные нормы	80%	80,1%	80,2%	80,1%
4	Устойчивость к внешним воздействиям	40-50 %	60-70 %	40-50%	70-80%
5	Строительные материалы	80 %	80 %	50 %	50 %

Эти показатели качества не являются исчерпывающими для проектов гидротехнических сооружений, поскольку их перечень может быть продолжен.

Таблица 2.

Оценки экспертов

Эксперты	Проект I	Проект II	Проект III	Проект IV
Эксперт 1	85%	87%	83%	80%
Эксперт 2	82%	85%	81%	78%
Эксперт 3	70%	75%	76%	78%
Эксперт 4	72%	73%	74%	76%
Эксперт 5	95%	92%	90%	88%
Эксперт 6	93%	90%	88%	86%
Эксперт 7	80%	82%	80%	82%
Эксперт 8	81%	80%	81%	80%
Эксперт 9	78%	85%	78%	90%
Эксперт 10	80%	87%	80%	91%
Среднее значение	81,6%	83,6%	81,1%	82,9%

Как видно из таблицы 2, второй проект, на основании оценок экспертов, может быть выбран как предпочтительный по сравнению с другими проектами.

На следующем этапе заданные проекты сравниваются по методу Парето-оптимальности. Согласно формуле Парето-оптимальности формируются два проекта: наиболее предпочтительный (лучший) и наименее предпочтительный (худший) проекты. Наиболее предпочтительный проект: [100 000 (условные единицы), 35–40 лет, 80,2%, 70–80%, 80%]. Наименее предпочтительный проект: [160 000 (условные единицы), 20–25 лет, 80%, 40–50%, 50%].

Согласно условию метода Парето-оптимальности составляется таблица 3.

k_1 – стоимость проекта

k_2 – прочность и безопасность

k_3 – строительные нормы

k_4 – устойчивость к внешним воздействиям

k_5 – строительные материалы

Таблица 3.

Различия показателей качества по проектам

Объекты	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
Проект 1	1	1	0,8	0,4	0,8
Проект 2	1,2	1,5	0,801	0,6	0,8
Проект 3	1,4	1	0,802	0,4	0,5
Проект 4	1,6	1.75	0,801	0,7	0,5
Лучший проект	$k_1^+ = 1$	$k_2^+ = 1{,}75$	$k_3^+ = 0{,}9$	$k_4^+ = 0{,}7$	$k_5^+ = 0{,}8$

Худший проект	$k_1^- = 1{,}6$	$k_2^- = 1$	$k_3^- = 0{,}8$	$k_4^- = 0{,}4$	$k_5^- = 0{,}5$

Определим расстояние каждого проекта между наиболее подходящим (лучшим) и наименее подходящим (худшим) вариантами.

$$d_j^i = \frac{k_j^+ + k_j^i}{k_j^+ - k_j^-}. \quad (1)$$

В таблице 4 показано расстояние каждого проекта между наиболее предпочтительным и наименее предпочтительным проектами.

Таблица 4.

Расстояние между лучшим и худшим проектами

Объекты	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
Проект 1	−3.33	3.66	801	3.66	5.33
Проект 2	-3.66	4.33	801,5	4.33	5.33
Проект 3	-4	3.66	802	3.66	4.33
Проект 4	-4.33	4.66	801,5	4.66	4.33

Проекты упорядочены и сравниваются между собой:

d_1 → 1-й проект > 2-й проект > 3-й проект > 4-й проект

d_2 → 4-й проект > 2-й проект > 1-й проект = 3-й проект

d_3 → 3-й проект > 2-й проект = 4-й проект > 1-й проект

d_4 → 4-й проект > 2-й проект > 1-й проект = 3-й проект

d_5 → 1-й проект = 2-й проект > 3-й проект = 4-й проект

Как видно из таблицы, второй проект целесообразно выбрать, поскольку он стабильно занимает более высокие позиции по сравнению с другими проектами.

Исследования показывают, что применение метода Дельфи и метода Парето-оптимальности для выбора оптимального варианта из нескольких оперативных решений даёт хорошие результаты при решении практических задач. Если количество критериев велико, метод Дельфи показывает лучшие результаты. Если количество критериев менее пяти, метод Парето-оптимальности обеспечивает более эффективный результат.

Во второй главе диссертации под названием **«Основные факторы, влияющие на показатели качества проектов гидротехнических сооружений»** рассматриваются вопросы определения основных показателей качества, влияющих на гидротехнические сооружения, а также анализируется их воздействие на сооружение в процессе эксплуатации. Наука и техника в значительной степени развиваются, делая нашу повседневную жизнь и производство более удобными. Однако в настоящее время недостаточно создавать только технику или программные системы, выполняющие определённые функции. Актуальной задачей становится прогнозирование их эффективности в будущем. Ярким примером этого является прогноз погоды, выполняемый «Гидрометеоцентром». На основе прогноза погоды можно заранее осуществлять медицинскую, техническую и экономическую подготовку, что позволяет предотвратить значительные экономические

потери в повседневной жизни, а также подготовиться к возможному росту заболеваний, связанных с погодными условиями.

Разработка алгоритма прогнозирования гидротехнических сооружений и его автоматизация позволяют определять годовой объём водных ресурсов и, соответственно, осуществлять рациональное распределение воды по сельскохозяйственным угодьям. В зависимости от объёма распределяемой воды также можно выбирать виды и сорта сельскохозяйственных культур, выращиваемых на этих территориях, что может принести значительную экономическую выгоду для государства. Результаты проведённых исследований показывают, что наиболее эффективными методами прогнозирования гидротехнических сооружений являются метод регрессии и методы визуализации, реализуемые в компьютерных графических программах.

В программе SolidWorks был выполнен эксперимент по расчёту устойчивости проекта дамбы к водному давлению. Для этого в качестве примера проект водохранилища был разработан в нескольких вариантах, и отдельно для каждого варианта был проведён эксперимент по определению влияния давления воды, накопленной в водохранилище, на дамбу (рисунки 7).

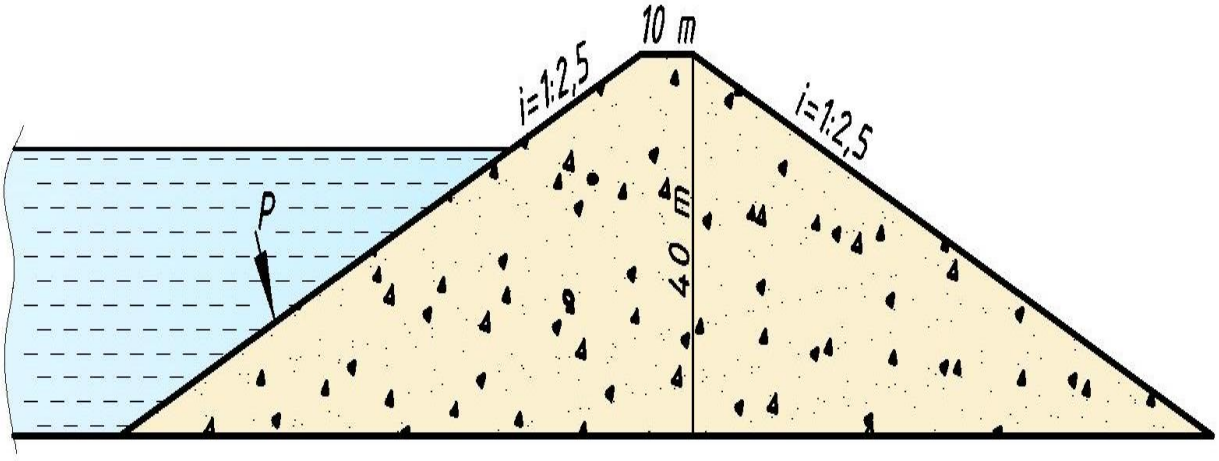


Рисунок 7. Профиль плотины.

Материалы, используемые при строительстве гидротехнических сооружений, также стандартизированы и приведены в стандарте O‘zDSt 779.2023, представленном ниже.

На основе данных сведений был выполнен гидравлический расчёт проекта плотины, а также выведена формула, определяющая воздействие силы давления воды, накопленной в водохранилище, на плотину.

На основе приведённых выше данных были проведены исследования и определены марки бетона, применяемые для гидротехнических сооружений. Было рассчитано воздействие воды, накопленной в водохранилище, на плотину. В программе SolidWorks была создана трёхмерная модель плотины в соответствии с нормами проектирования, а также выполнён расчёт её устойчивости к давлению накопленной воды (рис. 8).

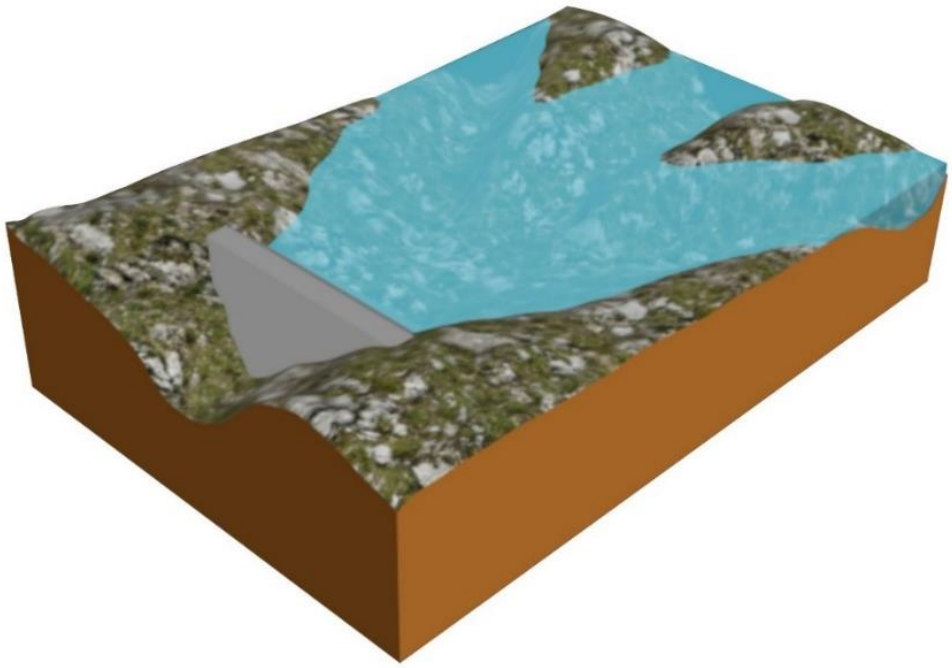


Рисунок 8. Первый проект.

Направление давления воды, накопленной в водохранилище, представлено на следующем рисунке (рисунок 9). В программе SolidWorks показаны возможные деформации модели плотины, построенной из грунта с бетонным покрытием, при воздействии давления накопленной воды, а также максимальная нагрузка, которую она может выдерживать (рисунок 10).

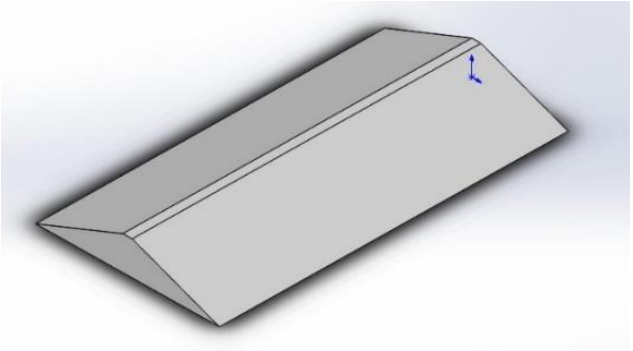


Рисунок 9. 3D-модель плотины, подготовленная для эксперимента.

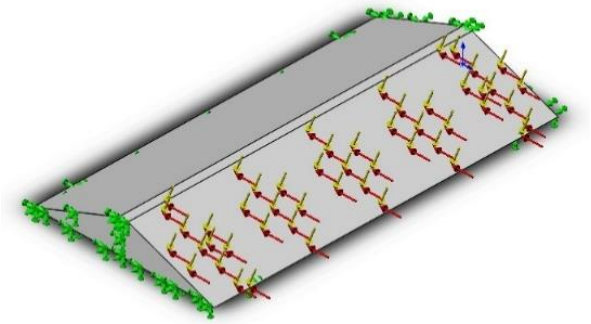


Рисунок 10. Направление давления воды и закрепление плотины в грунте.

В зависимости от количества воды, накопленной перед плотиной, и формы самой плотины, давление воды распределяется по её частям неравномерно. Можно определить, на какую часть плотины воздействует наибольшее давление воды, а также наблюдать деформацию, возникающую в результате изменения формы конструкции (рисунок 11). Общая сила давления воды, накопленной перед плотиной, стремится сдвинуть плотину с её основания. При этом с помощью программы SolidWorks можно также рассчитать величину напряжений, возникающих в той части плотины, которая закреплена на поверхности земли (рисунок 12).

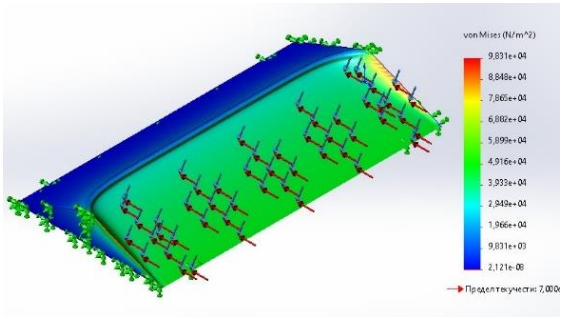


Рисунок 11. Состояние плотины под воздействием давления воды.

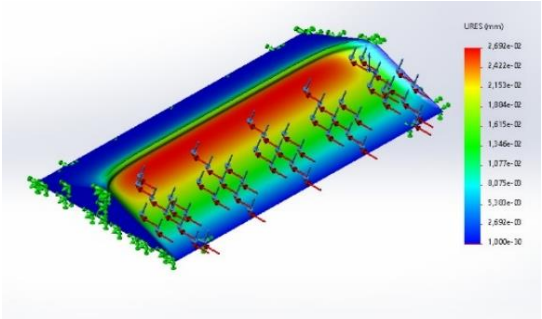


Рисунок 12. Участки с наибольшей величиной деформации.

Сила давления воды, накопленной в водохранилище, стремится сдвинуть плотину с места, в результате чего в опорной части плотины возникают напряжения (рисунок 13).

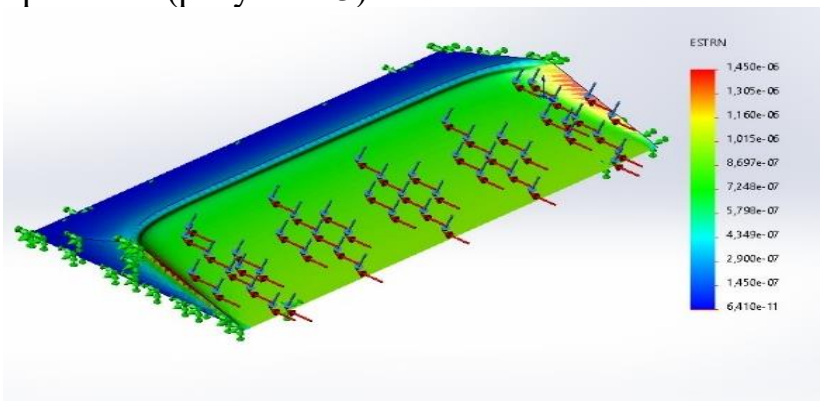


Рисунок 13. Участок возникновения напряжений при смещении плотины под воздействием давления накопленной воды.

Аналогичным образом было проведено испытание второго проекта. В программе SolidWorks была исследована модель плотины, построенной из грунта с бетонным покрытием. На рисунке 14 показаны возможные деформации модели плотины под воздействием давления накопленной воды, а также максимальная сила давления, которую она способна выдержать.

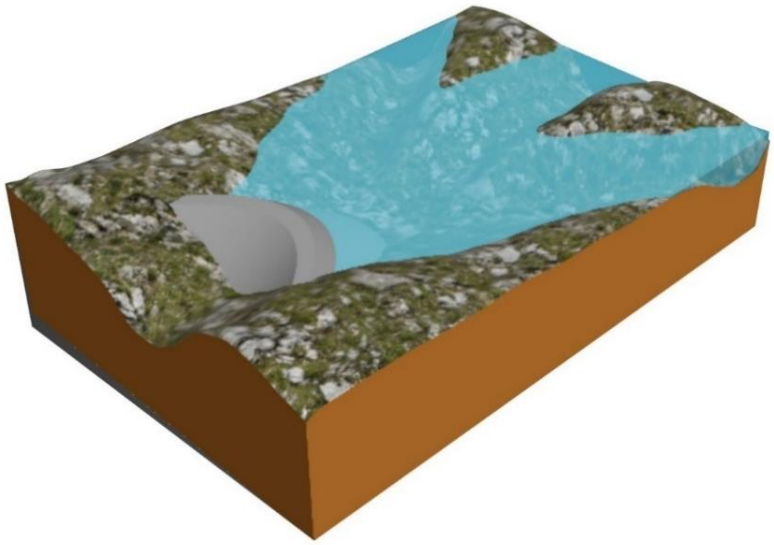


Рисунок 14. 3D-модель проекта круговой (арочной) плотины.

В зависимости от количества воды, накопленной перед плотиной, и формы самой плотины, давление воды воздействует на различные её части неравномерно. Можно определить, на какую часть плотины воздействует наибольшее давление воды, а также наблюдать деформацию, возникающую вследствие изменения её формы (рисунок 15). Общая сила давления накопленной перед плотиной воды стремится сдвинуть плотину с места. При этом с помощью программы SolidWorks можно рассчитать величину напряжений, возникающих в той части плотины, которая закреплена на поверхности земли (рисунок 16).

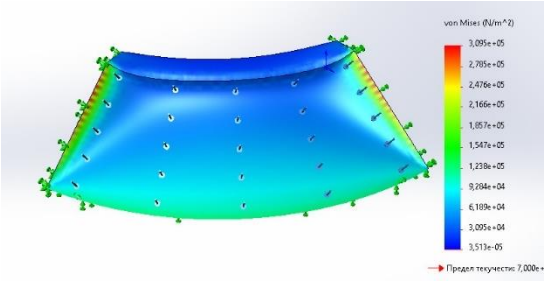


Рисунок 15. Состояние круговой (арочной) плотины при воздействии давления накопленной воды.

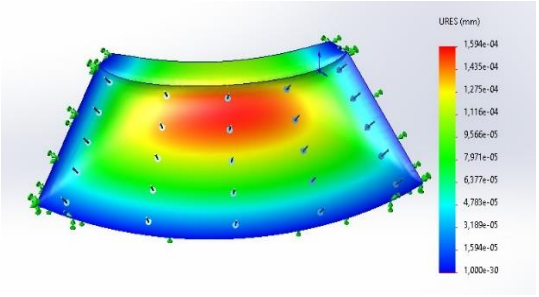


Рисунок 16. Участки плотины с наибольшим воздействием давления воды и значительными деформациями.

На следующем этапе аналогичным образом было проведено испытание третьего проекта. В программе SolidWorks была исследована модель плотины, построенной из грунта с бетонным покрытием. На рисунке 17 показаны возможные деформации модели плотины под воздействием давления накопленной воды, а также максимальная сила давления, которую она способна выдержать.

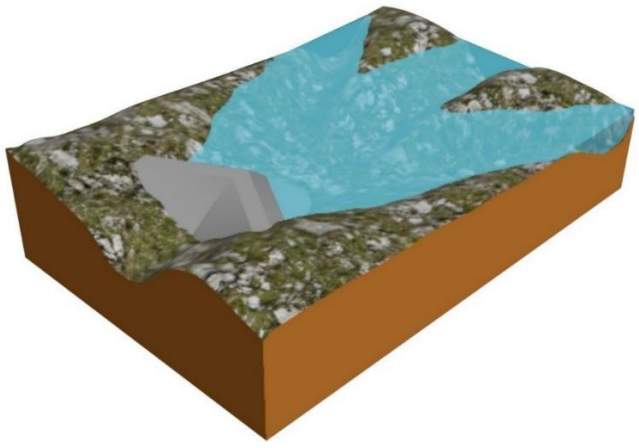


Рисунок 17. 3D-модель ребристой плотины, выполненная в программе 3Ds Max.

В зависимости от накопленной воды и формы плотины давление распределяется неравномерно по всем её частям. На рисунке можно увидеть, на какие участки плотины воздействие давления воды является наиболее сильным, а также возможные деформации изменения формы (рисунок 18).

Общая сила давления воды, накопленной в водохранилище, стремится сместить плотину с её исходного положения. При этом в программе SolidWorks можно также определить величину напряжений, возникающих в зоне крепления плотины к поверхности грунта (рисунок 19).

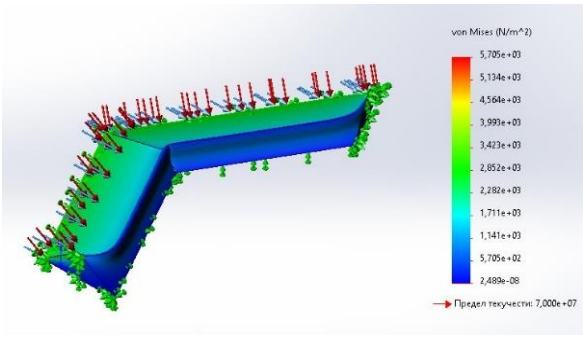


Рисунок 18. Состояние ребристой плотины при воздействии давления накопленной воды.

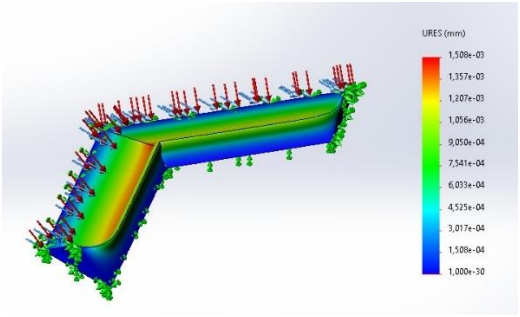


Рисунок 19. Участки плотины с наибольшим воздействием давления воды и значительными деформациями.

Метод регрессии является одним из наиболее широко применяемых методов прогнозирования различных процессов. Его использование для прогнозирования показателей гидротехнических сооружений является целесообразным. На основе статистических данных об объёме воды реки Амударья за 1989–2022 годы был выполнен прогноз объёма водных ресурсов на последующие годы.

На основе статистических данных об объёме воды реки Амударья за 1989–2022 годы выполняется прогноз объёма воды в реке на последующие годы. Для этого статистические данные наносятся на Декартову систему координат, где по оси Ox откладываются годы, а по оси Oy — объём воды. На следующем этапе по значениям объёма воды, соответствующим каждому году, строятся точки, после чего через них проводится линия регрессии (рис. 20).

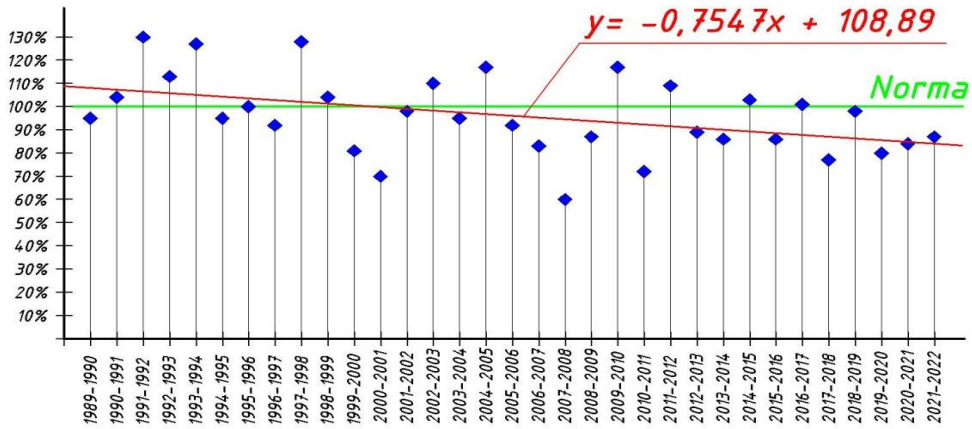


Рисунок 20. Годовой объём воды.

В экономических условиях не всегда существует возможность полностью контролировать влияние отдельных переменных в рамках экспериментальных условий. В связи с этим при объективной оценке влияния определённого фактора на результирующий показатель становится затруднительным обеспечение сохранения других факторов на неизменном уровне. В такой ситуации необходимо учитывать влияние дополнительных факторов, оказывающих воздействие на результат, путём включения их в состав модели. Для достижения данной цели использование многофакторной регрессионной модели считается одним из наиболее оптимальных методов.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \ldots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Здесь ε_i — взаимно независимые случайные величины с математическим ожиданием, равным нулю, и дисперсией σ^2. Такое уравнение может быть использовано при исследовании потребления. В этом случае коэффициенты β_i представляют собой частные производные потребления y по соответствующим факторам x_i: $\beta_1 = \frac{dy}{dx_1}, \beta_2 = \frac{dy}{dx_2}, \ldots, \beta_k = \frac{dy}{dx_k}$ при условии, что все остальные x_i считаются постоянными.

Как видно из приведённых выше графиков регрессии и полученной формулы, объём воды в реке Амударья из года в год сокращается. Данное изменение, безусловно, связано с климатическими изменениями и оказывает влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, выращиваемых в регионе, таких как хлопок, пшеница, рис и другие культуры.

В третьей главе диссертации под названием «Практическое применение рекомендованных квалиметрических методов» рассмотрены традиционные методы оценки программ и проектов, разработанных на основе предложенных алгоритмов, а также освещены вопросы разработки автоматизированных алгоритмов контроля показателей качества в процессе проектирования гидротехнических сооружений.

Проведение экспертизы проектов гидротехнических сооружений и других объектов регламентируется Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 579 от 17 сентября 2021 года «О мерах по совершенствованию процедур проведения экспертизы градостроительной документации». Согласно данному постановлению, экспертиза проектов гидротехнических сооружений осуществляется в следующей последовательности:

Согласно традиционному подходу, процесс оценки проекта проходит через 15 этапов. Эти этапы определены Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 579 от 17 сентября 2021 года «О мерах по совершенствованию процедур проведения экспертизы градостроительной документации». В рамках данной процедуры оценка проектов в среднем занимает до 30 рабочих дней. В отличие от этого, с помощью программного обеспечения, разработанного в результате проведённого исследования, данный процесс был автоматизирован, что позволяет получать результаты в

значительно более короткие сроки. Блок-схема программы представлена на рисунке 21.

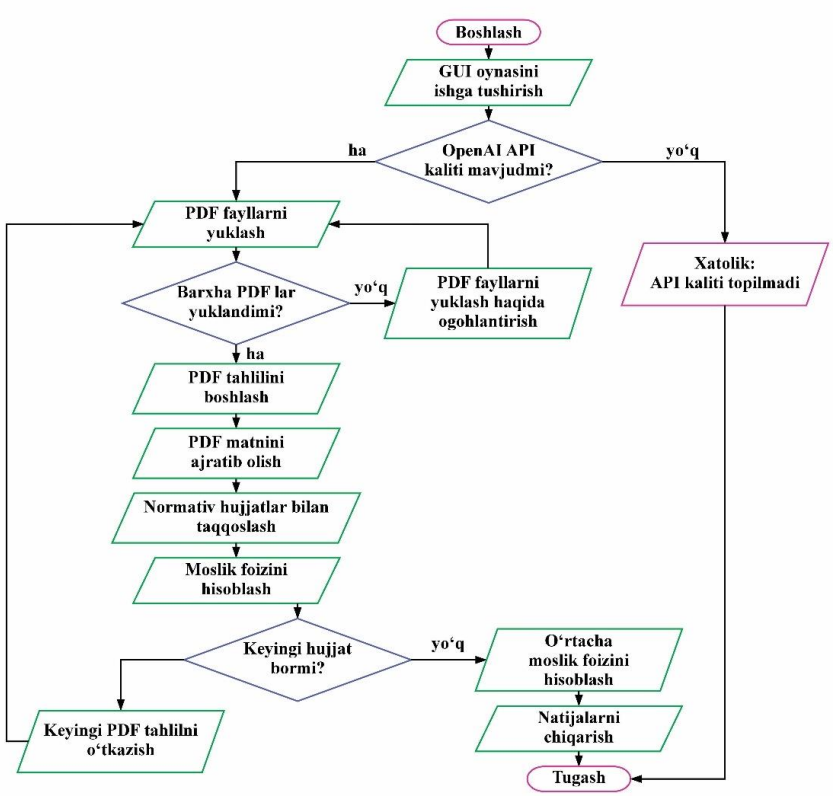


Рисунок 21. Блок-схема программы.

Внешний вид программного обеспечения, разработанного в результате создания автоматизированных алгоритмов контроля показателей качества в процессе проектирования гидротехнических сооружений (рис. 22).

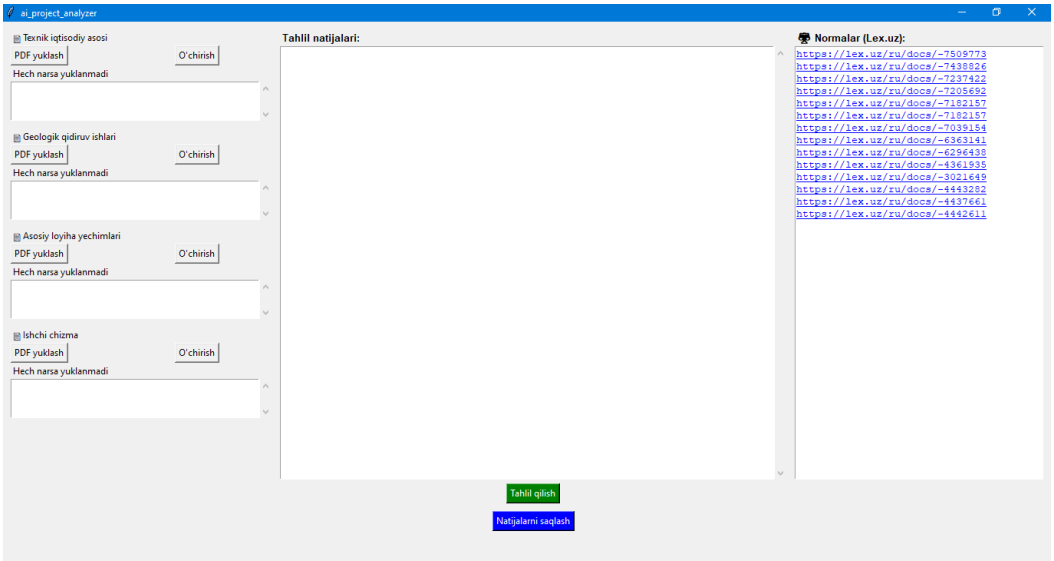


Рисунок 22. Внешний вид программного обеспечения.

Программа используется для оценки проектов гидротехнических сооружений. Для этого был получен ключ с платформы «OpenAI API»: [sk-proj-dOIqf5axRG00GQ0mos1vjDYZ7y61sKvlrrJIYrtvXEUQ97IqDRfFWpo9Z3P42BseHQrNRBGmCJT3BlbkFJCIAm0izESyhKb-sqJzXwplui-W2SjfAYlv2ptSTyZrGBrTPkLL4pTzvjxxNEbir8UGCt1kdIA], программа работает с использованием данного ключа.

В программу в настоящее время вводятся следующие данные по проекту гидротехнических сооружений:

- Технико-экономическое обоснование
- Результаты геологоразведочных работ
- Основные проектные решения
- Рабочие чертежи

При вводе указанных данных программа анализирует результаты и сравнивает их с нормативными требованиями, после чего определяет степень соответствия нормам в процентах. Программа не только показывает соответствие проектов нормативам, но и выявляет существующие недостатки.

Ниже приведены результаты оценки нескольких вариантов проекта межхозяйственного коллектора «Чорвадор», расположенного в Конимехском районе, с использованием разработанной программы.

Данное проектное решение направлено на восстановление пропускной способности межхозяйственного коллектора «Чорвадор», улучшение мелиоративного состояния, а также обеспечение безопасного проезда транспортных средств. Выбор строительной технологии и материалов соответствует геологическим условиям района и расчётному водному расходу.

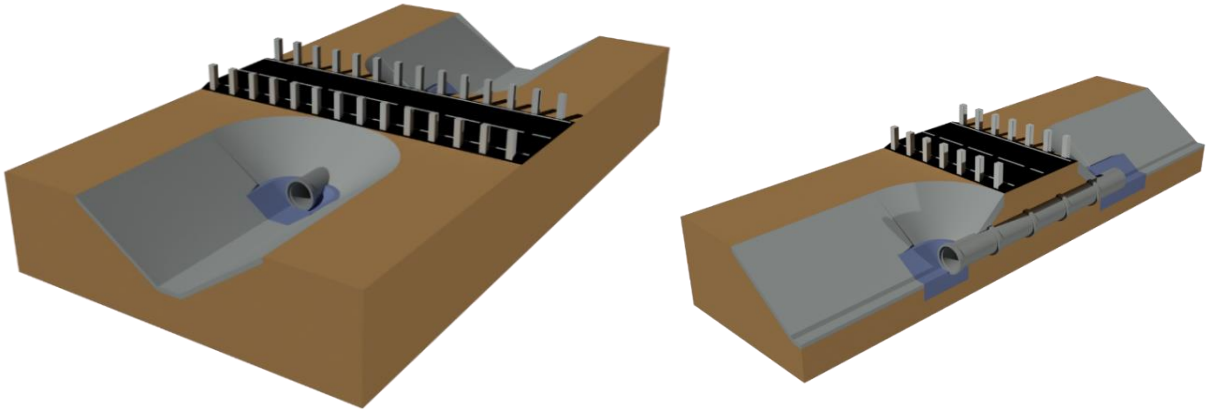


Рисунок 23. Проект межхозяйственного коллекторного комплекса «Чорвадор».

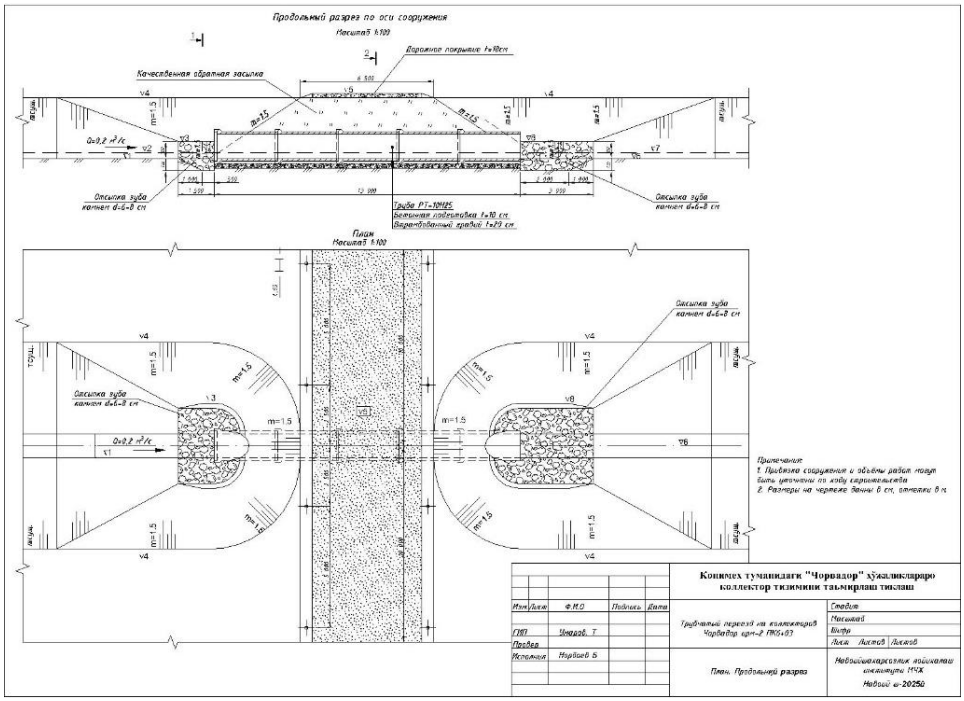


Рисунок 24. Первый проект.

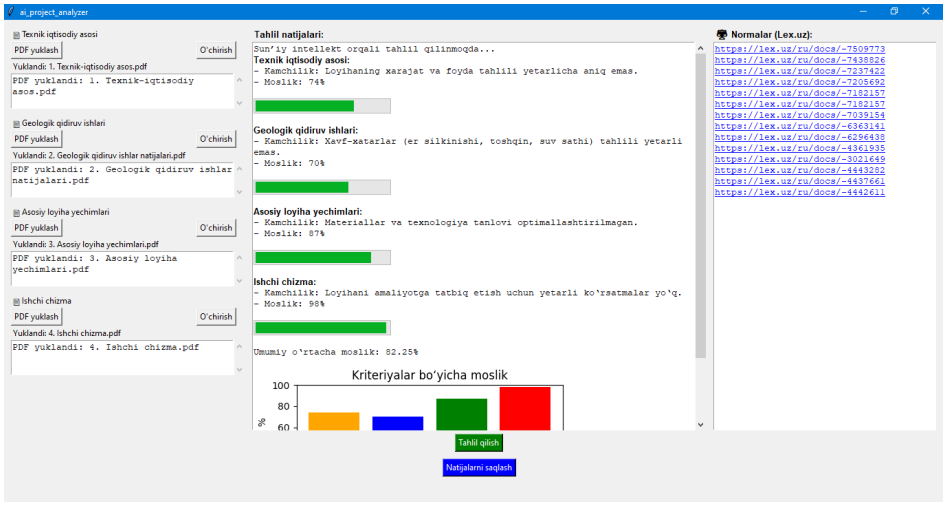


Рисунок 25. Результаты первого проекта.

Выше представленные несколько вариантов канала «Чорвадор» были оценены с использованием программы, разработанной на основе предложенных алгоритмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведён анализ научных и практических исследований отечественных и зарубежных авторов, касающихся проблем и решений, возникающих при внедрении процессов проектирования, автоматизации систем, методов квалиметрии, методов оценки проектов и теории принятия решений.

Для Республики Узбекистан разработаны показатели качества проектов гидротехнических сооружений, и на основе этих показателей метод Делфи был применён для выбора одного из нескольких вариантов проекта.

По показателям качества проектов гидротехнических сооружений показаны способы формирования нескольких вариантов одного проекта, которые были оценены с использованием метода Парето-оптимальности, и даны рекомендации по выбору наиболее оптимального проекта.

Проведено сравнение методов Дельфи и Парето-оптимальности, используемых для оценки проектов гидротехнических сооружений. Даны практические рекомендации о том, в каких условиях каждый из методов даёт наибольшую эффективность.

Проведён анализ исследований по методам прогнозирования в процессе проектирования гидротехнических сооружений и разработаны алгоритмы прогнозирования при создании проектов гидротехнических сооружений.

С использованием метода визуализации в графических программах выполнено моделирование воздействия давления воды на плотины различной геометрической формы, и рекомендован наиболее оптимальный тип плотины.

Разработаны алгоритмы прогнозирования гидротехнических сооружений на основе метода регрессии для существующих и планируемых объектов, и даны соответствующие рекомендации.

Разработанные алгоритмы прогнозирования гидротехнических сооружений имеют важное значение для совершенствования планируемых задач на последующие годы. В качестве общего вывода отмечается, что прогнозирование позволяет не только заранее выбирать оптимальные проекты, но и предотвращать аварийные ситуации.

На основе разработанных алгоритмов оценки проектов гидротехнических сооружений в среде Visual Studio Code с использованием языка программирования Python создано автоматизированное программное обеспечение.

GRANDER OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANISM ENGINEERS" DSc.03/30.12.2019.T.10.02 ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF THE NUMBERED SCIENTIFIC COUNCIL

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF "TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS"

SUYUNOV SHAKHZOD GULOM UGLI

DEVELOPMENT OF AUTOMATED ALGORITHMS FOR CONTROLLING QUALITY INDICATORS IN THE DESIGN PROCESS OF HYDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES

05.01.01-"Engineering Geometry and Computer Graphics. Audio and Video Technologies"

ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) DISSERTATION IN TECHNICAL SCIENCES

Tashkent-2026

The theme of the doctoral dissertation (PhD) in technical science was registered with the Higher Attestation Commission under the Acedemy of Science of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.1.PhD/T5281

The dissertation was completed at the National research university of “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers”.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.tiiame.uz) and on the information and education portal "ZiyoNet" (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:	**Kuchkarova Dilarom Fayzullayevna** doctor of Technical Sciences, professor
Official opponents:	**Nuraliyev Fakhriddin Murodillayevich** Doctor of Technical Sciences, Professor
	Qahhorov Uktam Abduraximovich Doctor of Technical Sciences, docent
Leading organization:	**Tashkent State Technical University**

Dissertation defense under the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" DSc.03/30.12.2019.T.10.02 will be held at the meeting of the Scientific Council of 20__ year "____" at _____ at _____. (Address: 100000, Tashkent city, Kari Niyaziy str., 39. Tel.: (+99871) 237-22-09, fax: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiiame.uz

The dissertation can be viewed at the Information Resource Center of the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" (registered with the number _____). Address: 100000, Tashkent city, Kari Niyaziy street, house 39. Phone: (+99871) 237-19-45

The abstract of the dissertation was distributed on _____, 2026

(Report of the register number _____ on "_____" _____ of 2026).

M.Kh.Khamidov
Chairman of the One-time scientific council awarding Scientific degrees, doctor of agricultural sciences, professor

F.A.Gapparov
Scientific secretary of the One –time scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

M.R.Bakiyev
Chairman of the One-time academic seminar under the One-time scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (Doctor of Philosophy (PhD) Dissertation Annotation)

Relevance and necessity of the dissertation topic.

Worldwide, particular attention is being paid to the design and construction of hydraulic structures, monitoring of construction processes, assessment and improvement of project quality, as well as the application of modern technologies in their operation. Currently, in developed countries, including the United States, China, France, Germany, Russia, and other countries, increasing importance is being attached to assessing the quality and suitability of hydraulic structure projects developed by engineers and using artificial intelligence technologies. In this regard, particular emphasis is placed on monitoring design processes, applying qualimetry, project assessment methods, and decision-making theory, as well as improving project efficiency through the development and modeling of optimal structural solutions.

Scientific research is being conducted worldwide to significantly improve the quality of the hydraulic structure design process, particularly focusing on modern technologies for the application of qualimetry, project assessment methods, and decision-making theory. In this field, priority is being given to research aimed at automating the preparation of project documentation in design organizations and significantly advancing digitalization across various sectors. At the same time, the development of algorithms and software for assessing hydraulic structure projects using automated software tools based on the principles of qualimetry, project assessment methods, and decision-making theory, as well as the development of methods for determining the effectiveness of modern technologies in the hydraulic structure design process, are considered among the most relevant tasks.

In the Republic of Uzbekistan, extensive measures are being implemented to conduct research and put its results into practice aimed at the widespread use of modern innovative methods in the design of hydraulic structures, as well as the development of new technologies that contribute to improving the efficiency of their design. The “Uzbekistan – 2030” Strategy defines tasks for implementing promising projects aimed at water resources management, efficient water use, and ensuring the safety of hydraulic structures[1]. To fulfill these tasks, it is important to conduct scientific research on incorporating quality indicators into the hydraulic structure design process, including taking into account modernization requirements.

This dissertation research contributes, to a certain extent, to the implementation of the objectives set out in the Decrees of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-6024 dated July 10, 2020, “On Approval of the Concept for the Development of Water Management in the Republic of Uzbekistan for 2020–2030,” and No. PF-250 dated August 15, 2025, “On Approval of the Programme for Water Resources Management and the Development of the Irrigation Sector in the Republic of Uzbekistan for 2025–2028,” as well as in Presidential Resolution No. PQ-4486 dated October 9, 2019, “On Measures to

[1] Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PD-158 dated September 11, 2023, “On the Uzbekistan–2030 Strategy.”

Further Improve the Water Resources Management System," and other relevant regulatory legal acts.

Compliance of the research with the priority areas of science and technology development of the Republic This research was carried out within Priority Area IV, "Development of Informatization and Information and Communication Technologies," of the development of science and technology in the Republic of Uzbekistan.

Level of study of the problem. The issues of developing algorithms for applying qualimetry, project evaluation methods, and decision-making theory in the design of hydraulic engineering structures have been widely covered in scientific literature. Research on process automation and the application of qualimetry, project evaluation methods, and decision-making theory in design processes has been carried out by a number of foreign scholars, including R. G. Shmulevich, P. I. Alexandrovich, I. Sh. Borisovich, A. B. Khalitovich, M. Eriksson, N. N. Kobeleva, V. V. Nogin, B. S. Chen, Douglas C., Joseph M., Juran, A. Blanton, T. Pyzdek, A. Keller, J. Kleinberg, E. Tardos, P. Novak, A. I. Moffat, C. Nalluri, R. Narayanan, P. R. Kothamali, V. K. Karne, S. Surya, M. Dandyala, Frederick S., Hillier, Gerald J., and others. In the Republic, research on the design process of hydraulic structures has been conducted by scholars such as D. F. Kuchkarova, M. R. Bakiyev, N. Rakhmatov, A. I. Azimov, R. R. Ergashev, B. B. Khasanov, A. R. Muratov, F. Sh. Shaazizov, A. B. Khalimbetov, K. T. Yakubov, D. S. Adjimuratov, and B. S. Ismatov. Professor D. F. Kuchkarova has contributed to the development of the theory of topographic surfaces.

The analysis of research in this field shows that, at present, methods of applying qualimetry, project evaluation techniques, decision-making theory, and forecasting approaches are widely used in the design process. However, the problem of developing multiple design alternatives instead of limiting the process to a single project option, selecting the most optimal variant among them, and automating the design process through the application of qualimetry, project evaluation methods, and decision-making theory has not been sufficiently studied.

The relationship of the dissertation research with the research plans of the higher education institution where the dissertation was carried out. The dissertation research was carried out within the framework of the scientific research plan of the "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, specifically under item 2.1 of the plan dated 6 February 2025, entitled: "Improving methods for the design, calculation, and construction of hydraulic engineering structures and developing the fundamentals of reliable and safe operation based on digital technologies" (2023–2026).

The aim of the research the aim of the research is to significantly improve the quality of hydraulic engineering structure projects by introducing automated algorithms for evaluating quality indicators into modern automated design systems, as well as to create the possibility of their forecasting in advance.

Research objectives:

to analyze and identify the main factors affecting hydraulic structures;

to analyze the methods used in the evaluation of hydraulic structure projects and compare these methods with each other;

to determine the role of graphic software in the evaluation of hydraulic engineering structure projects and improve visualization methods in graphic environments for project assessment;

to develop methods for evaluating and forecasting hydraulic engineering structure projects and their performance using grafo-analytical approaches;

to implement the proposed methodology using computer programming languages, apply it in industry and educational processes, and determine its effectiveness.

Object of the research The research focuses on project evaluation and the development of optimal design solutions in the process of designing hydraulic structures.

Subject of the research the subject of the research is the technologies of applying decision-making, qualimetry, evaluation methods, and forecasting methods, as well as algorithms and software systems used in the process of designing hydraulic engineering structures.

Research methods. The research employs modern methods of analysis, including qualimetry, mathematical modeling, and decision-making theory, as well as process modeling methods applied to the design process. It also utilizes digital processing theory, comparative analysis of obtained results, programming technologies, optimization methods, and forecasting theory.

Scientific novelty of the research consists of the following:

the main factors affecting hydraulic structures have been identified, and the interaction between these factors has been substantiated;

a methodology for comparing the Delphi and Pareto optimal methods used in the evaluation of hydraulic engineering structure projects has been developed;

based on hydraulic engineering structure design standards, a 3D model of a dam was created in the SolidWorks software, and the visualization method of water pressure distribution acting on the dam from the reservoir was improved;

a forecasting method for water volume was developed using regression formulas implemented in AutoCAD and Excel, based on the analysis of annual water volume indicators in hydraulic engineering structures;

algorithms and software for automated project evaluation were developed based on qualimetry principles, project evaluation methods, and decision-making theory in the design process of hydraulic engineering structures.

Practical results of the research are as follows:

by applying automated quality assessment algorithms in the design process of hydraulic structures, opportunities have been created to fundamentally improve the quality of intended construction projects;

a modified approach to graphical visualization and regression methods has been developed for forecasting hydraulic structure projects;

as a result of the practical implementation of project evaluation, graphical visualization, and regression methods, opportunities have been created for early selection of projects and prevention of accidents;

software has been developed for evaluating hydraulic engineering structures based on algorithms of qualimetry, project evaluation methods, and decision-making theory.

Reliability of the research results. The reliability of the research results is confirmed by the use of modern mathematical statistical analysis methods, analytic geometry, optimization techniques, decision-making theory, qualimetry methods, project evaluation methods, and forecasting theory, as well as by computer programming tools.

Scientific and practical significance of the research results. **The** scientific significance of the research results lies in the development of a methodology for comparing the Delphi method and the Pareto optimality method for evaluating hydraulic structure projects; the improvement of a method for visualizing the distribution of hydrostatic pressure exerted by water accumulated in a reservoir on a dam; and the development of a water volume forecasting method using regression formulas in AutoCAD and Excel based on the analysis of annual water volume indicators in hydraulic structures.

The practical significance of the research results lies in the creation of a 3D model of a dam using SolidWorks in accordance with hydraulic structure design standards; the development of an automated algorithm for determining quality indicators in the design process; and the development of software for evaluating hydraulic structure projects based on qualimetry and decision-making theory algorithms.

Implementation of the research results. Within the framework of the dissertation, based on the obtained results on the application of decision-making theory, computer graphics, qualimetry methods, project evaluation methods, and decision-making theory in the design of hydraulic engineering structures:

Algorithms and recommendations for selecting the most optimal option among several projects developed using the Delphi and Pareto optimization methods, based on the key factors affecting hydraulic structures, have been implemented in practice at Navoi Suvloyiha LLC and the Lower Zarafshan Basin Irrigation Systems Authority (Certificate No. 04/20-122 of the Ministry of Water Resources, dated January 12, 2026). As a result, the developed algorithms have enabled the automation of the process of evaluating hydraulic structure projects, significantly reducing the working time of experts involved in project assessment and increasing labor productivity by 6–8%.

The results of the research work were prepared in the form of a учебное пособие, and the textbook titled “Topographic in Drawing Hydrotechnics” was published. This teaching aid was implemented in the educational process at the National Research University “TIIAME” (In accordance with Order No. 371 a/f dated December 17, 2024, on the publication of educational literature under the official approval of the National Research University “TIIAME”). As a result, it

has been used as a учебное пособие for master's students of specialty 70111202 – "Engineering Graphics and Design Theory", and it serves as a basis for providing in-depth knowledge to all future engineers studying in the Republic.

Automated algorithms for controlling quality indicators in the design process of hydraulic engineering structures have been implemented at "Gidroproekt JSC" (reference No. 04/20-122 dated 12 January 2026 of the Ministry of Water Resources). As a result, qualimetry, project evaluation methods, and decision-making theory have been applied in the process of developing hydraulic engineering structure projects. The proposed project evaluation algorithms increase work efficiency by 20% compared to traditional evaluation methods.

Approbation of the research results. The results of this research have been discussed at 5 international and 8 national scientific and practical conferences.

Publication of the research results. A total of 32 scientific works have been published within the framework of the dissertation. These include 1 recommendation, 1 software certificate, and 13 scientific articles published in journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publishing the main results of PhD dissertations, including 8 articles in national journals and 5 articles in international journals.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 120 pages.

E’LON QILINGAN ISHLAR RO‘YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo‘lim (I части; I part)

1. Kuchkarova D. F. Ismatov. B. S. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnik inshootlar loyihalash jarayoni algoritmlari (damba loyihasi misolida), “QURILISH VA TA’LIM” jurnali**,** Namangan-2022, 2022 №2, ISSN 2181-3779, УДК 515.1, S.5-9 (05.00.00; №345).
2. Ismatov. B. S. Xodjayev A. M. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnika inshootlarining loyiha chizmasini tuzishda geometrik modellashtirish usullarini qo‘llash algoritmlari, “AGRO ILM” Agrar iqtisodiy, ilmiy-amaliy jurnali, ISSN 2091-5616, №4[92], 2023, UO‘T: 622.79:622, S.64-66 (05.00.00; №3)
3. Kuchkarova D. F. Achilova D. A. Ismatov. B. S. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnika inshootlari loyihasini ekspert baholashlari asosida tanlash algoritmlari, “QURILISH VA TA’LIM” jurnali, Namangan-2024, ISSN 2181-3779, UDK: 622.79:22, S.71-75 (05.00.00; №345).
4. Kuchkarova D. F. Ismatov. B. S. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnika inshootlarini loyihalash jarayonida sifat ko‘rsatkichlari nazoratini avtomatlashtirishda kvalimetriya usullarini qo‘llash, “QURILISH VA TA’LIM” jurnali, Namangan-2024, ISSN 2181-3779, UDK: 622.01, S.7-12 (05.00.00; №345).
5. Suyunov Sh. G‘. Application of qualimetric methods to the design process of hydrotechnical installations, «Yangi iqtisodiyot, pedagogika va texnologiyalar sari» ilmiy elektron jurnali Toshkent-2025, ISSN 3060-5342, UDK:622.01., S.167-175 (05.00.00; №375/5)
6. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnika inshootlar ekspluatatsiya faoliyatini bashorat qilishda regressiya usullarini qo‘llash. “QURILISH VA TA’LIM” jurnali, Namangan-2025, ISSN 2181-3779, UDK: 622.01, S.12-19 (05.00.00; №345).
7. Kuchkarova D.F., Achilova D.A., Ismatov B.S., Suyunov Sh.G‘. Алгоритмы выбора проекта гидротехнического сооружения на основе экспертных оценок, “Инженерлик графика жене касиби билим проблемалари” Qozog‘iston-2024, ISSN 2220-685X, МРНТИ 67.07.81., S.15-28, **DOI: https://doi.org/10.32523/2220-685X-2024-73-2-15-28**

II bo‘lim (II части; II part)

8. Kuchkarova D. F. Achilova D. A. Ismatov. B. S. S. Suyunov Sh. G‘. Regularizing a chaotic network of source data in engineering problems. Conference Proceedings (scopus) 3286, 030007 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0280324 17-june 2025
9. Ismatov B. S. Xodjayev A. M. Suyunov Sh. G‘. Algorithms for applying geometric modeling methods in the design of hydraulic structures. Министерство Образования И Науки Республики Казахстан Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева.

Международная студенческая научно-практическая конференция. «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика в современном цифровом пространстве. Проблемы, тренды, развитие» 29-30 апреля, 2022. Алматы-2022. УДК 626. S.28-34

10. Kuchkarova D. F. Ismatov. B. S. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnik inshootlar loyihalash jarayoni (damba loyihasi misolida). “INNOVATION-2022” XXVI xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. UDK: 330.341 ISBN 978-9943-8616-9-5, Toshkent-2022, S.120-122.

11. Kuchkarova D. F. Ismatov. B. S. Suyunov Sh. G‘. Choosing an appropriate project based on the general algorithms of designing hydrotechnical constructions and quality indicators applied to them. “Инновации в технологиях и образовании” XVII Междуранародная научная конференция. г. Белово, 19 апреля 2024, S.179-183

12. Kuchkarova D. F. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnika inshootlarini loyihalash jarayoniga kvalimetriya usullarini qo‘llash. “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitetining 90 yilligiga bag‘ishlangan “Development of specialized higher education and science in the contitions of globalization: problems and opportunities” nomli xalqaro ilmiy konferensiya Toshkent-2025, 9-10-aprel, S.28-36.

13. Kuchkarova D. F. Ismatov. B. S. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnik inshootlarini loyihalashning umumiy algoritmlari va ularga qo‘yiladigan sifat ko‘rsatkichlari asosida maqbul loyihani tanlash. (kanal loyihasi misolida) “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” mavzusidagi an’anaviy XXIII – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy- amaliy anjumani. Toshkent-2024, 10-11-may, S.429-433

14. Suyunov Sh. G‘. Gidrotexnika inshootlari loyihalash jarayonida sifat ko‘rsatkichlari nazoratini avtomatlashtirishda kvalimetriya usullarini qo‘llash. “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” mavzusidagi an’anaviy XXIII – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy- amaliy anjumani. Toshkent-2025, 28-may, S.164-172.

15. D.F. Kuchkarova. D.A. Achilova. Sh. G‘.Suyunov. Topographic Drawing In Hydrotechnics. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 10-dekabrdagi PQ-42-son qaroriga asosan “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitetining o‘z grifi asosida o‘quv adabiyotlarni nashr etish bo‘yicha 2024-yil 17-dekabrdagi 371 a/f-sonli buyrug‘iga muvofiq.

16. D.F. Kuchkarova. D.A. Achilova. Sh. G‘.Suyunov. Muhandislikda modellashtirish. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 10-dekabrdagi PQ-42-son qaroriga asosan “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitetining o‘z grifi asosida o‘quv adabiyotlarni nashr etish bo‘yicha 2025-yil 29-noyabrdagi 373 a/f-083-sonli buyrug‘iga muvofiq.

Avtoreferat «TIQXMMI» Milliy tadqiqot universiteti tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlari o‘zaro muvofiqlashtirildi (03.07.2026 yil).

Bosishga ruxsat etildi: 29.09.2026-yil.
Bichimi 60x84 1/16, “Times New Roman” garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2.8. Adadi: 100. Buyurtma: № 132.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reyestr № 219951
“PUBLISHING HIGH FUTURE” OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.