

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



2
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро муҳандислик-технология институти ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухМТИ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтегаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтегаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГKM” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий- маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарканд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро МТИ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАХМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳих:

АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий наشرлар рўйхатида киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fannt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<https://journal.bmti.uz/>

сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Sharipov N.Z. Gilos danagini chaqishga sarf bo‘ladigan kuchni tadqiq qilish	4
Обитов Н.М., Орипов З.Б. Повышение литейные свойства магналиев	8
Teshaboyev O.A. Momiqni tashuvchi va tozalovchi to‘rli yuzasi tebranuvchi vintli konveyer yuklanishlari va aylanish chastotalarini tajribada aniqlash	13
Oripov Sh., Mamakhonov A.A., Orifjonov S. Review of performance and applications of hybrid wind turbines	18
Беккулов Ж.Ш., Норбоев О.Н. Устройство для быстрого и непрерывного измерения влажности порошкообразных продуктов	25
Hojiyev T.S., Samiyev K.A. Passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binosi tashqi devorlarining issiqlik izolyatsiya qatlami turini tanlash	28
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Рахимов Ф.Ф., Джунаидов Х.Х., Сафарова Р.У. Монометилломочевина ва тетраэтоксисилан асосидаги олигомернинг квант-кимёвий ҳисоблашлари	35
Hojiyeva F.J., Amonov M.R. Ohorlovchi komponentlar tarkibini ishlab chiqishning fizik-kimyoviy asoslari	39
Abdiraximov I.E. Gazlarni qayta ishlashda gidrat hosil bo‘lishini oldini olish usullari	43
Maxmudov M.J., To‘xtayev N.N. Metil uchlamchi butil efiri ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarini tahlili.	47
Jo‘rayeva L.R. N-metilpirrolidonning xom-ahyoga nisbatan har xil nisbatda olinuvchi selektiv tozalangan rafinatlar tarkibidagi polisiklik aromatik uglevodorodlar tarkibini aniqlash	54
Xo‘jaqulov A.F., Toshov M.S. Dizel moylarining kolloid-kimyoviy xossalari turli funksional qo‘ndirmalar ta’sirini tadqiq etish	57
Xo‘jaqulov A.F., Raximov Z.Z. Kolloid sistemalarning molekulyar kinetik xossalari asosida transformator moylarini tahlili	64
Tashpulatov X.Sh., Hamdamova D.R. Bo‘yoq sezgir quyosh elementlari uchun geteroeptik mis(I) kompleks birikmalarining sintezi va tadqiqoti.	69
Eshqurbonov F.B., Abduraimov J.B. Diglitsidilkarbamid va dimetilolkarbamid asosida burg‘ulash eritmalari olish usullarini tadqiq qilish	74
Zokirov X.T., Abdullaev O.G., Toshmatov Y.R. Prospects for using waste generated at “Ferganaazot” JSC as a filler in the production of gypsum dry construction mixtures	78
Axmedova O.B., Axmedova Sh.U. Absorbent kompozitsiyalarining absorbsiya va desorbsiya jarayonlaridan keyingi fizik-kimyoviy xossalari	83
МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
A‘zamov S.S. Investigation of electromagnetic current transformer performance characteristics for measuring and controlling the reactive power dissipation of a short-circuited rotor asynchronous motor	89
Xushiyeve S.M., Mamadiyev X.N., Davirov A.Q. Nosimmetrik rejimlarni kuch transformatorining samaradorligiga ta’siri	94
Muratova Z.A., Juraev Z. Tibbiy maqsadlarda noto‘qima mato ishlab chiqarishda intellektual texnologiyalarining dolzarbligi va muammolari.	100
Жалилов Р.Б., Камалов У.У., Караев А.Т. Анализ действующих и исследование современных инновационных систем теплоснабжения жилых массивов городов	106
Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S. Fotoelektrik batareyalarning energetik parametrlarini monitoring va diagnostika tizimi uchun qurilma ishlab chiqish	116

Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D. Karyer bir cho‘michli ekskavatorlarning ish rejimlarini optimallashtirish	122
Narzullayev B.Sh., Boboqulov J.S. Qo‘zg‘atish tokini monitoringgi asosida sinxron generatorlarni energiya samaradorligini oshirish usullarining tahlili.	127
Бабаназарова Н.К., Хусенов Д.Р. Анализ расхода электроэнергии на производственные нужды, на примере газотранспортной системы	135
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Мухамедиева Д.Т., Раупова М.Х. Квантовые вычисления на основе специального язык программирования «Qiskit».	140
Муратова З., Жураев З. Цифровизация систем управления при производстве нетканых материалов медицинского назначения путем переработки шелковых отходов	144
Мамедов Р.А. Разработка математической модели гидрокинетической турбины, адаптированной для эффективной работы в свободнопоточных водотоках	150
Shadmanov I.U., Adizova Z.M., Nosirova Z.E. G‘ovak jismlarni saqlashda issiqlik va namlik ko‘chish jarayonlarini bashoratlash uchun matematik model va sonli algoritmlar	162
Ibragimov R.R., Jumayev J., Narziyev M.S., Qo‘ldosheva F.S. To‘liq faktorli eksperiment usulida meva va sabzavotlarni sterilizatsiyalash jarayonini modellashtirish	168
Qo‘ziyev Z.E. Реактив гидротурбинали микро гидроелектр стansiyani matematik modellashtirish	175
Abdurazakov N. Robust residential load forecasting with manual feature engineering	181
O‘lmasov Q.N. Quyosh fotopanellarini «MATLAB/SIMULINK» tizimida modellashtirish	188
Хаитов Б.У., Махмудов М.Ш. Применение морфометрических данных рельефа в оценке благоустройства городских территорий	196
Safarov A.B., Sayfiddinov K.E., Qahhorov M.M. Shamol turbinasini "ANSYS FLUENT" tizimida modellashtirish	202
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Ergasheva X.B., Elmurodova A.S., Shadiyeva M.SH. O‘zbekistonda yetishtirilgan sholi navlarining texnologik tavsifi va uni qayta ishlash mahsulotlarining kimyoviy tarkibi	215
Шодиев Б.М., Хакимов Ш.Ш. Маҳаллий махсар уруғларидан олинган мойларни рафинациялаш технологик шароитлари	220
Садуллаев С.Х., Мирзаев Ж.Д., Равшанов С.С. Тритикале ва буғдой унлари турли нисбатларининг хамир реологик хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш	225
Мухаммадиев Б.Т., Турсунова Н.Н. Структура отдела качества и безопасности пищевых продуктов	230
Ашурова М.З., Сулайманова Г.Х., Ганиева Н.Х. Изменение качественного и количественного состава эфирных масел пряной зелени при тепловой кулинарной обработке	234
Barakayev N.R., Kamolova M.X., Sayidaxmedov R.R., Rajabov A.N. Bug‘doy donlari va don mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarini zamonaviy tahlili	239
Oltiyev A.T., Bozorova D.N., Hasanova A.Sh. Biokatalizatorlarning yangi avlodi yordamida yog‘larni pereeterifikatsiya qilish texnologiyasini takomillashtirish	243
Turg‘unpo‘latova Sh.M., Saribayeva D.A. Pastila mahsulotlari assortimentini kengaytirishning ilmiy asoslari	248
Ravshanov S.S, Nurmatov I.R, Tursunxodjaev N.T, Maksumxodjaeva K, Raxmonov Q.S. Bug‘doy donini un tortishga tayyorlashda suv qattiqligining un chiqish unumiga va texnologik xossalariga ta’siri	252
Turg‘unov Sh.X., Mallabayev O.T., Saribayeva D.A. Chicorium (hindibo) o‘simligi tarkibidagi vitaminlar tadqiqi	258
Мухамедова М.Э. Нетрадиционное сырьё в производстве диабетических сухарей	262

ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Мўминов Қ.М., Хамраева С.А. Кўйлакбоп матода жойлашган танда ва арқоқ ипларининг параметрларини тадқиқ этиш.	269
Muhammedova M.O. Inson oyoq panjasining antropometrik tahlili va uning o'zgaruvchanligini tavsiflovchi statistik parametrlar.	273
Gafurova N.T., Hasanova M.E. Bolalar kiyimlariga qo'yiladigan talablarni shakllantirish	278
Асадова С.С., Хамроева М.Р. История драпировки одежды и ее значение сегодня	284
Набиджанова Н.Н., Насирова М.Б. Типовийдан фарқланувчи эркалар қоматларига кийим ишлаб чиқариш учун тўқима матоларининг физик-механик хусусиятларини ўрганиш ва таҳлил қилиш	289
Ortiqov Z.U., Sarimsakov.O.Sh. Paxta xomashyosiga ishlov berishning mexatronik namlash mashinalari va agregatlari	293
Jo'rayeva M.A., Nabidjonova N.N. Maktabgacha ta'lim muassasidagi tarbiyalanuvchilar maxsus kiyimi uchun tanlangan matoning boshqa matolardan afzaliklari	299
Sharibaev N.Yu., Homidov Q.A. Matoning sifatini tekshirishda hosil bo'ladigan qarshilik kuchlarini mexanik qoniniyat asosida nazariy taxlil qilish	302
Гафурова Н.Т., Хужаева М.Э. Разработка топографической карты специальной одежды для прядильщиков	308
Ражабова Г.Ж. Тез ўзгарувчан моданинг атроф-муҳитга таъсири	312
Tursunova Z.N. Shaxsning umumiy biosotsial strukturasi	317
Умаров А.А., Кенжаева М.И., Ортиқова К.И., Усмонов Ш.К. Аррали жин ишчи камерасида тезлатгичнинг пахта оқимиға таъсир қилувчи кучларнинг назарий таҳлили . . .	321
Mamadaliyeva Z.Y., Nabidjonova N.N. Maxsus kiyimlar va ularning kelib chiqish tarixi, suv o'tkazmaydigan matolarning xususiyati va tahlili	326
Tursunov Ch.A., Qarshiyev B.E., Djamolov R.K. Tukli chigitni pnevmo-mexanik saralash mashinasida chigitlarni titkilab donadorligini oshiruvchi tishli diskli ta'minlash valigining o'lchamlarini aniqlash	330
Sayitqulov S.O., Salomov A., Рамазонов С. Arrali tola ajratgich mashinasining chigit tarog'ining ekspremental tadqiqi	335
Худойбердиев М.Р., Очиллов Т.А., Ёдгоров С.Қ. Турли селекция навларидан олинган иплар нотекислик кўрсаткичларининг ўзгариши.	338
Наврузов Н., Якубов К., Ахмедов К., Уразматова М. Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси.	343
Ismoyilov I.B., Qo'ldoshev E.I., Ismoyilov F.B., Qayumov J.A. Jun tolasi tarkibidagi begona aralashmalarni tozalash mashinasining texnologik parametrlarini nazariy asoslash	347
Qo'ldoshev E.I., Ismoyilov I.B., Ismoyilov F.B. O'zbekistonda yetishtirilayotgan jun xomashyosi maxsuldorligi va sifat ko'rsatgichlari.	354
Бебутова Н.Н., Комилова Х. Разработка коллекции спецодежды для работников АПК с применением компьютерной графики «COREL DRAW».	359
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Hikmatov N.I. Energiya samaradorli qurilish uchun zamonaviy issiqlik himoyalovchi materiallar	364
Вахитов М.М., Вохидов И.М., Нозимов У.А. Техническое состояние поверхностей фасадов исторического здания японского госпиталя в г. Кагане.	368
Mirzayev Sh.R., Ismatov S.S. The influence of traditions, social and climatic factors on the tectural design of multi-storey residential buildings: the case of the city of Bukhara	374
Баракатова Д.А. Исҳоқхон тўра ибрат илмий мероси. “Мезон ун-низо” асари ҳақида . .	377
Азимова Н.Ф. Лев толстой ижоди. “Анна Каренина” романи ҳақида	381

UDK 621.311

**РЕАКТИВ ГИДРОТУРБИНАЛИ МИКРО ГИДРОЭЛЕКТР СТАНСИЯНИ МАТЕМАТИК
MODELLASHTIRISH****Qo'ziyev Z.E.***Buxoro davlat texnika universiteti.*

Annotatsiya. Maqolada past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan reaktiv gidroturbinali gidroenergetik qurilmani matematik modellashirish natijalari keltirilgan. Ushbu past bosimli suv oqimlariga samarador ishlashga mo'ljallangan mikro giroelektr stansiyasining turli suv sarflarida qurilmaning asosiy texnik ko'rsatkichlari modellashirish asosida aniqlangan. Reaktiv gidroturbinaning parraklarini optimal o'rnatish burchagi 110° bo'lganda gidroturbinaning foydali ish koeffitsienti 84...88 % gacha oshganligi hisobidan markazlashgan elektr ta'minoti tizimiga ulanmagan avtonom iste'molchilarni energiya bilan uzluksiz ta'minlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: reaktiv gidroturbina, suv oqimi, suv sarfi, matematik modellashirish, mikro gidroelektr stansiyasi, gidravlik napor, aylanish tezligi, quvvat, suv g'ildiragi, gidroenergetik qurilma, o'rnatish burchagi.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С
РЕАКТИВНОЙ ГИДРОТУРБИНОЙ****Кузиев З.Э.***Бухарский государственный технический университет.*

Аннотация. В статье представлены результаты математического моделирования реактивной гидротурбинной гидроэлектростанции, адаптированной к потокам воды низкого напора. На основе моделирования определены основные технические показатели микрогидроэлектростанции, предназначенной для эффективной работы этих низконапорных потоков воды при различном расходе. При оптимального угла наклона лопастей реактивной гидротурбины 110° КПД гидротурбины возрастает до 84...88%, что позволяет обеспечить бесперебойное энергоснабжение автономных потребителей, не подключенных к централизованной системе электроснабжения.

Ключевые слова: реактивная гидротурбина, поток воды, расход воды, математическое моделирование, микрогидроэлектростанция, гидравлический напор, скорость вращения, мощность, водяное колесо, гидроэнергетическое устройство, угол наклона.

**MATHEMATICAL MODELING OF MICRO HYDRO POWER PLANT WITH
REACTIVE HYDROTURBINE****Kuziev Z.E.***Bukhara state technical university.*

Abstract. The article presents the results of mathematical modeling of a jet hydro-turbine hydropower device adapted to low-pressure water flows. Based on modeling, the main technical indicators of the micro hydro power plant designed for efficient operation of these low-pressure water flows at various water rates were determined. When the optimal installation angle of the blades of the reactive hydroturbine is 110° , the efficiency of the hydro turbine increases to 84...88%, which allows continuous energy supply to autonomous consumers not connected to the centralized power supply system.

Keywords: reactive hydroturbine, water flow, water rate, mathematical modeling, micro hydro power plant, hydraulic pressure, rotation speed, power, water wheel, hydropower device, installation angle.

Jahonda energetika sohasida, jumladan, avtonom energiya iste'molchilarining elektr ta'minoti tizimininng ishonchliligini oshirishda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan, xususan mikro gidroelektr stansiyalaridan foydalanish yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Xalqaro gidroenergetika assotsiyasiasining (IHA International Hydropower Association) ning ma'lumotlariga ko'ra jahondagi gidroenergetik manbalarining umumiy texnik potentsiali 3800 GW ga teng bo'lib, shundan 1243 GW qismigina o'zlashtirilgan. Jahonda gidroenergetika bozorining hajmi 2022 yilda 222 milliard dollarga baholangan va 2023 yildan 2032 yilgacha yillik o'sishning umumiy surati CAGR (Compound Annual Growth Rate) 5,6 foizni tashkil etgan holda 2032 yilga kelib 380,99 milliard dollardan oshishi kutilmoqda. Bu borada, past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan reaktiv turbinali mikro gidroelektr stansiyalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi [1].

Jahonda reaktiv turbinali mikro gidroelektr stansiyalari ishlab chiqarish, mexanik, energetik, gidrologik va konstruktiv parametrlarini asoslash hamda samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy

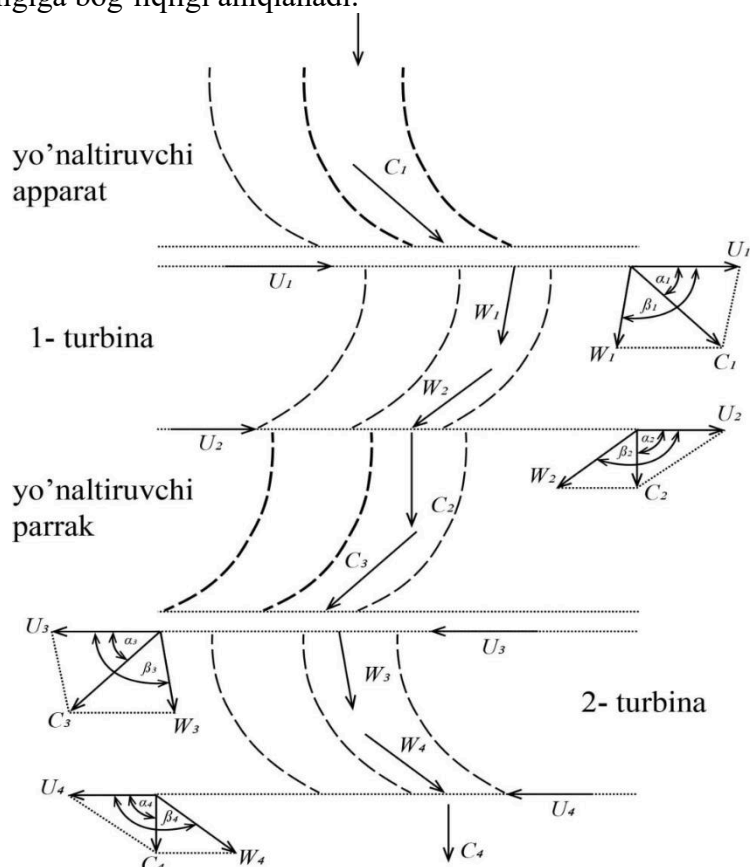
tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, past bosimli suv oqimlarida ishlaydigan reaktiv gidroturbinaga ega mikro gidroelektr stansiyalari ishlab chiqarish, konstruktiv va ish rejimi parametrlarini modellashtirish bo'yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanadi [2, 3].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 30 martdagi PQ-104-son "Gidroenergetika sohasini yanada isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida"gi ning 7-bandida 2023 yil 1 avgustdan boshlab respublika hududidagi past bosimli suv oqimlarida ishlaydigan innovatsiya texnologiyalarini keng joriy etish orqali qo'shimcha elektr energiyasini ishlab chiqarishni boshlash, tizimdagi korxonalar ishlab chiqarish bazasida 2025 yil 1 yanvarga qadar quvvati 15 MW gacha bo'lgan gidroagregatlarni ishlab chiqishni amalga oshirish bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan [4].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024 yil 12 iyuldagi PQ-252-son "Gidroenergetika sohasini isloh qilish chora-tadbirlarini jadallashtirish to'g'risida"gi qarorida aholini va iqtisodiyot tarmoqlarini energiya resurslari bilan barqaror ta'minlash, elektr energiyasini ishlab chiqarishda tabiiy gazdan foydalanishni kamaytirish hamda gidroenergetika sohasining mavjud salohiyatidan samarali foydalanishni yanada oshirish bo'yicha vazifalar belgilangan, jumladan 2028-yil yakuniga qadar gidroelektr stansiyalari umumiy quvvatini 5 508 MWga yetkazish, shu jumladan umumiy quvvati 1600 MW bo'lgan gidroto'plash elektr stansiyalarini qurish, mahallalarda mikro va kichik gidroelektr stansiyalarini o'rnatish imkoniyati mavjud loyiha maydonlari aniqlash, yangi turdagi gidroenergetik qurilmalarni qurib ishga tushirishni jadallashtirish bo'yicha amaliy ishlar bajarilmoqda. Mazkur vazifani amalga oshirish, jumladan, past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan samarador reaktiv gidravlik turbinali mikro gidroelektr stansiyalarni yaratishning ilmiy-texnik yechimlarini ishlab chiqish muhim hisoblanadi [5].

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, reaktiv gidravlik turbina parametrlarining suv oqimiga bog'liqlik matematik modelini keltirib chiqaramiz.

1-rasmdagi reaktiv gidroturbinaning tezlik diagrammasidan oqimning suv g'ildiragiga kirish tezligini optimal tezligiga bog'liqligi aniqlanadi.



1-rasm. Reaktiv gidroturbinaning tezlik diagrammasi

Gidroturbinaga kiruvchi suv oqimining nabori [6].

$$H_1 = H_{t1} + \Delta H_1 \quad (1)$$

bu yerda, H_{t1} – gidroturbinaning to'la nabori, m; ΔH_1 – gidroturbinadagi nabor yo'qotilishi, m.

Gidroturbinaning to'la nabori ifodasi [7].

$$H_{t1} = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + \frac{c_1^2 - c_2^2}{2g} \quad (2)$$

bu yerda, w_i – nisbiy harakat tezligi, m/s; u_i – aylanma (ko'chma) harakat tezligi, m/s; c_i – mutlaq harakat tezligi, m/s; g – erkin tushish tezlanishi, m/s².

Tezliklar uchburchaklaridan kosinuslar teoremasi bo'yicha tezliklararo bog'liqlik tenglamalarini hosil qilindi.

$$w_1^2 = u_1^2 + c_1^2 - 2u_1c_1\cos\alpha_1 \quad (3)$$

$$w_2^2 = u_2^2 + c_2^2 - 2u_2c_2\cos\alpha_2 \quad (4)$$

(3) va (4) ifodalarni (2) ifodaga keltirib qo'ysak, gidroturbinaning to'la nabori ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi.

$$H_{t1} = \frac{1}{g}(u_1c_1\cos\alpha_1 - u_2c_2\cos\alpha_2) \quad (5)$$

Gidroturbinadan suv oqimining chiqish burchagi 90° ($\alpha_2 = 90^\circ$) ga teng bo'lganda gidroturbinaning to'la nabori ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi.

$$H_{t1} = \frac{1}{g}u_1c_1\cos\alpha_1 \quad (6)$$

Aylanma (ko'chma) harakat tezligining radiusga bog'liqlik ifodasi [8, 9].

$$u_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot R_1}{60} \quad (7)$$

bu yerda, R_1 – gidroturbinaning tashqi radiusi, m; n_1 – gidroturbinaning aylanma tezligi, ayl/min.

Tezlik diagrammasidagi tezliklar uchburchagiga sinuslar teoremasini qo'llab, aylanma (ko'chma) harakat tezligining mutlaq harakat tezligiga bog'liqligi keltirib chiqariladi.

$$\frac{c_1}{\sin(180^\circ - \beta_1)} = \frac{u_1}{\sin(\beta_1 - \alpha_1)} \quad (8)$$

$\sin(180^\circ - \beta_1) = \sin \beta_1$ trigonometrik keltirish formulasi va (7) ifoda yordamida (8) ifoda quyidagicha o'zgaradi.

$$c_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot R_1 \cdot \sin \beta_1}{60 \cdot \sin(\beta_1 - \alpha_1)} \quad (9)$$

(7) va (9) ifodalarni (6) ifodaga keltirib qo'ysak, gidroturbinaning to'la nabori ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi.

$$H_{t1} = \frac{n_1^2 \pi^2 R_1^2 \cos \alpha_1 \sin \beta_1}{900 g \sin(\beta_1 - \alpha_1)} \quad (10)$$

Gidroturbinaga kiruvchi suv oqimining nabori ifodasi.

$$H_1 = \frac{n_1^2 \pi^2 R_1^2 \cos \alpha_1 \sin \beta_1}{900 g \sin(\beta_1 - \alpha_1)} + \Delta H_1 \quad (11)$$

Gidroturbinaning mexanik quvvatining turbinaga kiruvchi suv oqimining quvvatiga nisbatidan gidroturbinaning foydali ish koeffitsienti aniqlanadi.

$$\eta_1 = \frac{M_1 \frac{2\pi n_1}{60}}{\rho g Q_1 H_1} = \frac{30 M_1 \pi n_1 \sin(\beta_1 - \alpha_1)}{\rho Q_1 (n_1^2 \pi^2 R_1^2 \cos \alpha_1 \sin \beta_1 + 900 g \Delta H_1 \sin(\beta_1 - \alpha_1))} \quad (12)$$

bu yerda, ρ – suvning zichligi, kg/m³; Q_1 – gidroturbinaga kiruvchi suv oqimining sarfi, m³/s.

Suv oqimining chiquvchi quvvati quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi [10]:

$$\text{yoki } P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \quad (13)$$

bu yerda, η – turbinaning foydali ish koeffitsienti; g – erkin tushish tezlanishi, m/s²; Q – suv oqimining sarfi, m³/s; H – suv oqimining nabori, m; γ – suvning solishtirma og'irligi, N/m³.

$$\text{Gidravlik turbinaning burchak tezligi [11]:} \quad v_w = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (14)$$

Suv oqimi momentining quvvat va burchak tezlikka bog‘liqlik ifodasi [12]:

$$M = \frac{P}{v_w} \quad (15)$$

(13) va (14) ifodalarni (15) ifodaga keltirib qo‘ysak, suv oqimining momenti ifodasi quyidagi ko‘rinishga keladi

$$M = \frac{\eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad (16)$$

Turbina momentining konstruktiv parametrlariga bog‘liqligi quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi (bu ifoda Eyler tenglamasi ham deyiladi) [13]:

$$M = \frac{\gamma \cdot Q}{g} \cdot (R_1 \cdot c_1 \cdot \cos \alpha_1 - R_2 \cdot c_2 \cdot \cos \alpha_2) \quad (17)$$

bu yerda, R_1 – suv g‘ildiragining tashqi radiusi, m; R_2 – suv g‘ildiragining ichki radiusi, m; c_1 – oqimning yo‘naltiruvchi apparatdan chiqish tezligi yoki oqimning suv g‘ildiragiga kirish tezligi, m/s; c_2 – oqimning suv g‘ildiragidan chiqish tezligi, m/s; α_1 – yo‘naltiruvchi apparatdan suv oqimini chiqish burchagi; α_2 – suv g‘ildiragidan suv oqimini chiqish burchagi.

Yuqoridagi ifodadan ko‘rinib turibdiki, suv g‘ildiragidan suv oqimining chiqish burchagi 90° ($\alpha_2 = 90^\circ$) ga teng bo‘lganda suv g‘ildiragi o‘zining optimal tezligiga erishadi. Bu holatda (17) ifoda bunday ko‘rinishni oladi.

$$M = \frac{\gamma \cdot Q}{g} \cdot (R_1 \cdot c_1 \cdot \cos \alpha_1) \quad (18)$$

Dastlab, suv g‘ildiragining tangensial tezligini burchak tezligiga bog‘liqligi hosil qilinadi

$$u_1 = v_w \cdot R_1 \text{ yoki } u_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot R_1}{60} \quad (19)$$

Tezlik diagrammasidagi tezliklar uchburchagiga sinuslar teoremasini qo‘llab, oqimning suv g‘ildiragiga kirish tezligini suv g‘ildiragining optimal tezligiga bog‘liqligi keltirib chiqariladi.

$$\frac{c_1}{\sin(180^\circ - \beta_1)} = \frac{u_1}{\sin(\beta_1 - \alpha_1)} \quad (20)$$

$\sin(180^\circ - \beta_1) = \sin \beta_1$ trigonometrik keltirish formulasi va (19) ifoda yordamida (20) ifoda quyidagicha o‘zgaradi.

$$c_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot R_1 \cdot \sin \beta_1}{60 \cdot \sin(\beta_1 - \alpha_1)} \quad (21)$$

(21) ifodani (18) ifodaga keltirib qo‘yib, (16) ifoda bilan tenglashtiramiz.

$$\frac{\gamma \cdot Q}{g} \cdot \left(R_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot R_1 \cdot \sin \beta_1}{60 \cdot \sin(\beta_1 - \alpha_1)} \cdot \cos \alpha_1 \right) = \frac{\eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Bu tenglama soddalashtiriladi.

$$n^2 = \frac{g \cdot H \cdot \eta \cdot 30^2}{\pi^2 \cdot R_1^2} \cdot \frac{\sin(\beta_1 - \alpha_1)}{\sin \beta_1 \cdot \cos \alpha_1} \quad (22)$$

$\sin(\beta_1 - \alpha_1) = \sin \beta_1 \cdot \cos \alpha_1 - \cos \beta_1 \cdot \sin \alpha_1$ sinusoidal funksiya uchun ayirish formulasi va $\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1}$, $\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\sin \beta_1}{\cos \beta_1}$ trigonometrik funksiyalar orasidagi bog‘liqliklaridan, suv g‘ildiragining optimal aylanish tezligi hosil qilindi.

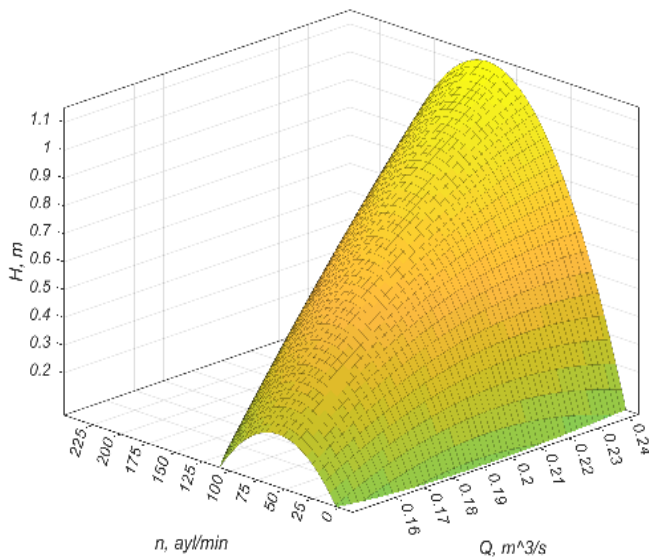
$$n_{\text{opt}} = \frac{30}{\pi R_1} \cdot \sqrt{\eta \cdot g \cdot H} \cdot \sqrt{1 - \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \beta_1}} \quad (23)$$

(23) tenglama yordamida suv oqimi sarfining o‘zgarishini hisobga olib, gidroenergetik qurilma suv g‘ildiragining optimal aylanish tezligini aniqlash mumkin.

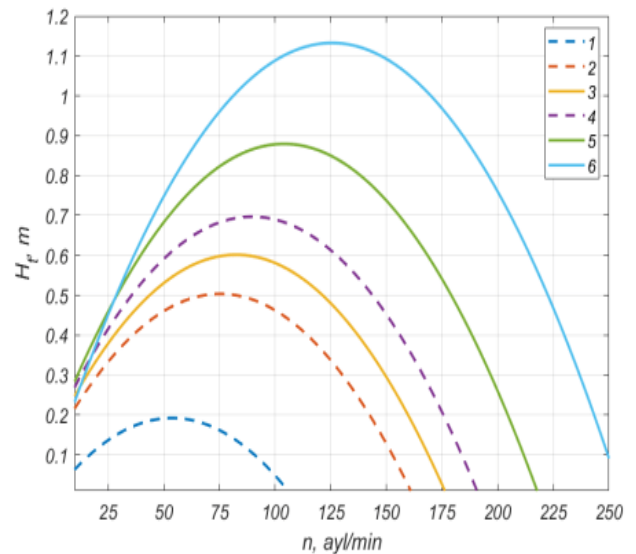
Gidroturbinaning parraklarini o‘rnatish burchagi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi [14].

$$\theta = 180^\circ - \beta_1 + \alpha_1 \quad (24)$$

2-rasmda turbina gidravlik naporining turbina aylanish tezligi va suv oqimi sarfiga bog‘liqlik grafigi qurildi. Suv oqimi sarfi 0,15...0,24 m³/s va turbinaning aylanish tezligi 0...240 ayl/min oraliqda o‘zgarganda turbinaning gidravlik napori 0,2...1,1 m oralig‘ida o‘zgardi.



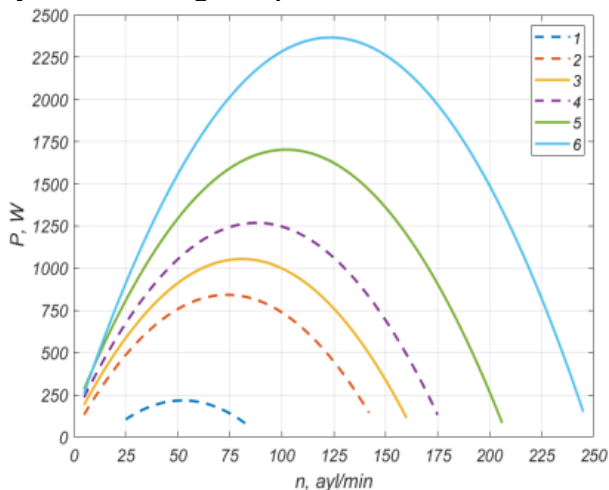
2-rasm. Turbina gidravlik naporining aylanish tezligi va suv oqimi sarfiga bog‘liqlik grafigi



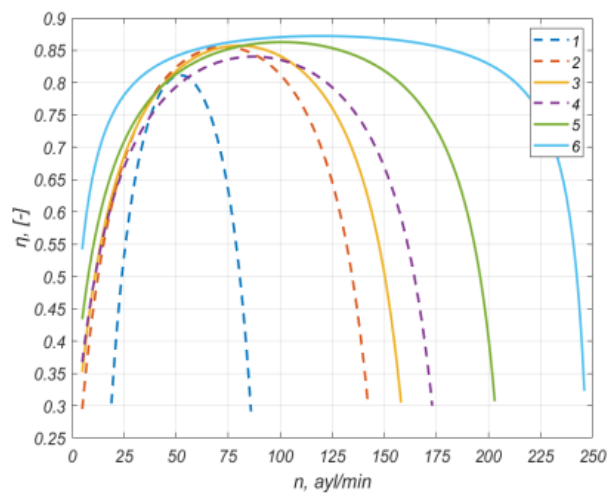
3-rasm. Suv oqimi sarflarining turli qiymatlarida turbina gidravlik naporining aylanish tezligiga bog‘liqligi grafigi

3-rasmda esa suv oqimi sarfining turli qiymatlarida turbina gidravlik naporining turbina aylanish tezligiga bog‘liqlik grafigi ko‘rsatilgan. Mazkur grafikdan suv sarfining qiymati $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ bo‘lganda turbina gidravlik naporining maksimal qiymati $1,1 \text{ m}$ va aylanish tezligi 120 ayl/min ekanligini ko‘rish mumkin.

4 (a) rasmda uzluksiz chiziq bilan 1-gidroturbinada suv oqimi sarfining turli qiymatlarida (6- $Q_{11}=0,24 \text{ m}^3/\text{s}$, 5- $Q_{12}=0,21 \text{ m}^3/\text{s}$, 3- $Q_{13}=0,18 \text{ m}^3/\text{s}$) va sinik chiziq bilan 2-gidroturbinada suv oqimi sarfining turli qiymatlarida (4- $Q_{21}=0,19 \text{ m}^3/\text{s}$, 2- $Q_{22}=0,17 \text{ m}^3/\text{s}$, 1- $Q_{23}=0,14 \text{ m}^3/\text{s}$) gidroturbinalardagi mexanik quvvatning turbina aylanish tezligiga bog‘liqlik grafigi ko‘rsatilgan. 1-gidroturbinada suv sarfining maksimal qiymati $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ bo‘lganda mexanik quvvatning qiymati 2338 W va aylanish tezligi 120 ayl/min , o‘z navbatida 2-gidroturbinada suv sarfining maksimal qiymati $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ ga tengligi hamda mexanik quvvatning qiymati 1243 W va aylanish tezligi 80 ayl/min ekanligi aniqlandi.



a)



b)

4-rasm. Turli suv oqimi sarflarida gidroturbinaning mexanik quvvati (a) va foydali ish ko‘ffisienti (b) ning aylanish tezligiga bog‘liqlik grafiklari

Suv oqimi sarfining turli qiymatlarida turbina parraklarini o‘rnatish burchagi 110° bo‘lganda foydali ish ko‘ffisientining turbina aylanish tezligiga bog‘liqligi grafigi qurildi (4 (b) rasm). Gidroturbinaning foydali ish ko‘ffisienti $84\ldots 88 \%$ oraliqda bo‘lishi aniqlandi.

Xulosalar:

1. Ushbu maqolada past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan gidroenergetik qurilma reaktiv turbinasining gidravlik nabori, mexanik quvvati va foydali ish koeffisientining suv oqimi sarfi, aylanish tezligi va konstruktiv parametrlariga bog'liqlik matematik modeli ishlab chiqildi.
2. Suv oqimining suv sarfi $0,15 \dots 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$, nabori $0,2 \dots 1,1 \text{ m}$ bo'lgan gidroturbinaning optimal aylanish tezligi $60 \dots 120 \text{ ayl/min}$, mexanik quvvati $423 \dots 2338 \text{ W}$ va foydali ish koeffisientining maksimal qiymatlari $0,84 \dots 0,88$ tengligi matematik modellash tirish orqali aniqlandi.
3. Reaktiv gidroturbinaning parraklarini optimal o'rnatish burchagi 110° bo'lganda gidroturbinaning foydali ish koeffisienti $84 \dots 88 \%$ gacha oshganligi hisobidan markazlashgan elektr ta'minoti tizimiga ulanmagan avtonom iste'molchilarni energiya bilan uzluksiz ta'minlashga erishiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. <https://www.hydropower.org/news-events/news>
2. Uzakov G.N., Kuziev Z.E., Safarov A.B., Mamedov R.A. Development of a system for modeling the design and optimization of the operation of a small hydroelectric power station // Digital and Information Technologies in Economics and Management (DITEM2023). p.243-252. 2023
3. Uzakov G.N., Kuziev Z.E., Safarov A.B. Energy indicators of the micro-hydro power plant adjusted to outlet water flows from pump units. E3S Web of Conferences 510, 04010 (2024). ESDCA2024. p.1-9. 2024
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 30 martdagi PQ-104-son "Gidroenergetika sohasini yanada isloh qilish chora-tadbirlar to'g'risida"gi qarori.
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 12 iyuldagi PQ-252-son "Gidroenergetika sohasini isloh qilish chora-tadbirlarini jadallashtirish to'g'risida"gi qarori.
6. Borkowski Dariusz, Wegiel Tomasz. Small Hydropower Plants with Integrate Turbine-Generator Working at Variable Speed. IEEE Transactions On Energy Conversion. Vol. 28. No. 2. pp. 452-459. 2020
7. Singh P., Nestmann F. Experimental optimization of a free vortex propeller runner for micro hydro application. Experimental Thermal Fluid Science. Vol. 33. pp. 991–1002. 2009
8. Yang W., Yang J. Advantage of variable-speed pumped storage plants for mitigating wind power variations: Integrated modelling and performance assessment. Appl. Energy. 237. pp. 720–732. 2019
9. Valavi M., Nysveen A. Variable-Speed Operation of Hydropower Plants: A Look at the Past, Present and Future. IEEE Ind. Appl. Mag. Vol. 24. pp. 18–27. 2018
10. Samora I., Hasmatuchi V., Münch-Alligne C., et al. Experimental characterization of a five blade tubular propeller turbine for pipe inline installation. Renew. Energy 95. pp. 356–366. 2016
11. Jawahar C.P., Michael P.A. A review on turbines for micro hydro power plant. Renewable Sustainable Energy Reviews. Vol. 72. pp. 882–887. 2017
12. Uzakov G.N., Kuziev Z.E. Study of constructive dimensions of Kaplan hydro turbine in variable water flows // Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. Germany, Volume 20. pp. 36-42. 2023
13. Singh P., Nestmann F. Experimental optimization of a free vortex propeller runner for micro hydro application. Experimental Thermal Fluid Science. Vol. 33. pp. 991–1002. 2009
14. Kuziev Z.E. Current status and development tendencies of the use of hydroelectric power plants in the world. European science international conference. pp. 43-47. 2023

*Qo'ziyev Zafarbek Esanovich – Buxoro davlat texnika universiteti. "Elektr va energetika muhandisligi" kafedrasida katta o'qituvchisi, t.f.f.d. Tel.: (+99899) 3875756
e-mail: zafarbek19978@mail.ru*