

**OKTABR
2026**



ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR VA TEXNIK TAFAKKUR

ilmiy jurnali

JILD 1, SON 2



+998 90-067-67-57
O'zbekiston
www.texniktafakkur.com



“ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR VA TEXNIK TAFAKKUR”

ilmiy jurnali

Mazkur ilmiy to'plamda “Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur” ilmiy jurnaliga taqdim etilgan ilmiy maqolalar, tezislar hamda ilmiy-tadqiqot natijalari o'rin olgan. Jurnal zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish, ta'lim jarayoniga innovatsion pedagogik va axborot texnologiyalarini joriy etish, ta'lim mazmuni va metodlarini takomillashtirish, shuningdek, pedagogika, texnika va muhandislik yo'nalishlarining o'zaro integratsiyasini rivojlantirishga qaratilgan ilmiy izlanishlarni yoritishga ixtisoslashgan.

Nashrda ta'lim va tarbiya jarayonining nazariy hamda amaliy masalalari, zamonaviy pedagogik texnologiyalar, raqamli va innovatsion ta'lim, muhandislik va texnik ta'limni rivojlantirish, fanlararo integratsiya, texnik tafakkurni shakllantirish, ta'lim jarayonini loyihalashtirish va takomillashtirish, shuningdek, mazkur sohalaridagi dolzarb ilmiy-metodik muammolarning yechimlariga bag'ishlangan tadqiqotlar o'rin oladi.

MUALLIFLAR E'TIBORIGA:

To'plamga kiritilgan ilmiy maqola va tezislarda keltirilgan statistik ma'lumotlar, ilmiy faktlar, raqamli ko'rsatkichlar, natijalar, iqtiboslar, bibliografik ma'lumotlar hamda boshqa axborotlarning haqqoniyligi va ishonchliligi uchun mualliflar shaxsan mas'ul hisoblanadi.

Maqolalarda foydalanilgan manbalarga havolalarning to'g'ri rasmiylashtirilishi, iqtiboslarning mazmunan va bibliografik jihatdan aniqligi, shuningdek, mualliflik huquqi talablariga rioya etilishi mualliflarning zimmasidadir.

Tahririyat tomonidan taqdim etilgan materiallarning ilmiy-uslubiy va texnik talablarga muvofiqligi ko'rib chiqiladi. Biroq maqolalarda bayon etilgan ilmiy qarashlar, xulosalar va tavsiyalar uchun mas'uliyat bevosita mualliflarga tegishlidir.

I-QISM, 2-SON

2026





ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR & TEXNIK TAFAKKUR

Bosh muharrir:

Z.Sh. To'xtayeva

Bosh muharrir o'rinbosari:

V.E. Ubaydova

Mas'ul kotib:

M.B. Obloqulova

Tahririyat hay'ati:

Q.T. Olimov, p.f.d., professor,

S.G'. Siddiqova, PhD, professor,

U.A. O'rinov, DSc, professor,

S.Dj. Muxamedjanova, DSc, professor,

F.R. Muradova, DSc, professor,

F.B. Ismoilov, PhD, dotsent,

Sh.H. Behbudov, DSc, dotsent,

G.I. Temirova, PhD, dotsent,

F.A. Qurbonov, t.t.n.n dotsent,

B.B. Toirov, t.f.n., dotsent,

D.D. Baratov, PhD, dotsent,

S.H. Fayziyev, t.f.f.d., dotsent,

N.S. Shodiyev, p.f.f.d., dotsent,

M.A. Aripjanova, p.f.f.d., dotsent

Tahririyat jamoasi a'zolari

To'xtayeva Zebo Sharifovna,

Buxoro davlat texnika universiteti, professor.

Djuraev Xayrullo Fayzievich,

Buxoro davlat texnika universiteti, professor.

Avazov Yusuf Shodiyevich,

Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.





Hayitov Ruslan Rustamjonovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, professor.

Usarov Jabbor Eshbekovich,

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, professor.

Fayziyeva Maxbubaxon Raximjonovna,

O'zbekiston Milliy pedagogika universiteti, DSc, professor.

Botirov To'lqin Vafokulovich,

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, professor.

Abidov Kamildjan Zarifovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Sariev Rustam Bobomurodovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Ibragimov Ulug'bek Muradullayevich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Qobilov Hasan Xalilovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Xalilov Fayoz Vahobjonovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Xo'janazarov Zayniddin Rashidovich,

Buxoro innovatsiyalar universiteti, dotsent.

G'afurov Mirzohid Orifovich,

Buxoro innovatsiyalar universiteti, dotsent.

Asrayev Zafar Rizoqulovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Nurullayev Mirxon Muhammadovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Nafasov Mirzamurod Muhammadovich,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.

Abdullayev Husniddin Husen o'g'li,

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.



ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR VA TEXNIK TAFAKKUR
ilmiy jurnali

Yuqorida keltirilgan tahririyat jamoasi a'zolarining to'liq ro'yxati
https://texniktafakkur.com/tp/en/editorial_team manzilida keltirilgan.

Tahririyat jamoasi a'zolarining tarkibini o'zgartirish hamda qo'shimcha kiritish
yoki tahririyat a'zolidan chiqarish muassis boshchiligida amalga oshiriladi.

© Materiallar ko'chirib olingan yoki chop etilganda "Zamonaviy ta'limda
islohotlar va texnik tafakkur" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda
chop etilgan va e'lon qilingan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga
mualliflarning o'zlari ma'sul hisoblanadi. Tahririyat fikri har doim ham mualliflar
fikriga mos kelmasligi mumkin.

Jurnal yilda 12 marotaba to'plam sifatida chop etiladi. To'plam mualliflarga
elektron shaklda taqdim etiladi.

"Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur" ilmiy jurnali
15.09.2026-yildan boshlab O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi
huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№ C-5669338845379 reyestr raqami tartibi bilan ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №1852266.





MUNDARIJA

Atajanov Otajon Yuldoshevich, AMALIY TAJRIBALAR ASOSIDA TALABALARNING TAHLILIY VA DIAGNOSTIK KO'NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH METODIKASI	10
Tosheva Gulnora Djurayevna, DIZAYNERLIK QOBILIYATI' TUSHUNCHASINING PEDAGOGIK-PSIXOLOGIK MAZMUNI, TUZILISHI VA FUNKSIONAL XUSUSIYATLARI	17
Sayidaxmedov Ravshan Rajabovich, TALABALARNING TADQIQOT KO'NIKMALARINI BAHOLASHNING MEZONLI-DIAGNOSTIK MODEL	25
Xudayberdiyev Erkin Umedovich, STANDARTLASHTIRISH VA METROLOGIK NAZORAT SOHASIDA HUQUQIY KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISH PEDAGOGIK MUAMMO SIFATIDA	33
Qosimov Fazliddin Tolibovich, YARIMO'TKAZGICHLARNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARDAGI O'RNI VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI	41
Bafoev Asliddin, Ahmadova Garanfil, Mavlonov Shohrukh, SYNTHESIS AND APPLICATION OF PET-DERIVED HYDROGEL ADSORBENTS FOR EFFICIENT TREATMENT OF DYE-CONTAMINATED WATER	46
Bafoev Asliddin, Ahmadova Garanfil, Mavlonov Shohrukh, SYNTHESIS AND APPLICATION OF PET-DERIVED HYDROGEL ADSORBENTS FOR EFFICIENT TREATMENT OF DYE-CONTAMINATED WATER	46
Umedova Ma'mura Nasillo qizi, SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH ORQALI O'QUVCHILARNING KREATIV TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISH	60
Shukrulloeva M.B., RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA IJTIMOY FAOLLIK VA KOMMUNIKATIV KOMPETENSIYALARNI RIVOJLANTIRISHNING XALQARO TAJRIBASI	66
Sharipov Q.Q., Bekov Bekzod Doniyorovich, QATLAM SUVI pH QIYMATINING GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODI APPARAT VA SIG'IMLARI KORROZIYASIGA TA'SIRI VA KOMPLEKS HIMOYA CHORALARI	83
Hamidova Nozima Sirojiddin qizi, Temirova Matlab Ibodovna, ISHLATILGAN O'SIMLIK YOG'LARINI KIMYOVIY QAYTA ISHLASH ASOSIDA QO'SHIMCHA QIYMATLI MAHSULOTLAR OLISH	93
Muzrabova Feruza Shuxrat qizi, INKLYUZIV SINFLARDA O'QUVCHILARNING IJTIMOY INTEGRATSIYASINI TA'MINLASHNING PEDAGOGIK MEXANIZMLARI	99
Sayfiddinov Javlon Bahriddin o'g'li, HUDUDIY IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHDA YASHIL MOLİYALASHTIRISH VA INVESTITSIYA MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	108
Yuldashev G'ulomjon, Qosimov Bekzod Ulug'bek o'g'li, KARKIDON SUV OMBORI HAVZASI TUPROQLARINING LANDSHAFT-GEOKIMYOVIY KATENA MODEL VA ELEMENTLAR MIGRATSIYASI QONUNIYATLARI	114
Kamol Akbarov, 1928–1929-YILLARDA QASHQADARYO OKRUGIDA O'TKAZILGAN YER-SUV ISLOHOTI VA UNING AHOLINING IJTIMOY HAYOTIGA TA'SIRI	120
Mansurov D.U, Oydinova Z.R, BIOCHAGA (CHAGA, INONOTUS OBLIQUUS) SUVLI EKSTRAKTINING SICHQON KOLOREKTAL KARSINOMASI (CT26) VA FIBROBLAST (L929) HUYAYRA LINIYALARIGA IN VITRO SITOTOKSIK TA'SIRI	124





Shermatova Xurshida, HAYVONLAR VA HASHAROTLARDAGI AQLIY QOBILIYAT UYG'UNLIGI	131
Паноев Э.Р, Г.Д.Нурназарова., Салимов Х.О., ПРОИЗВОДСТВО БИТУМНОЙ МАСТИКИ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ	136
I.R.Goziyev. Umaraliyev.N, TERMOLIZ VA PIROLIZ REJIMIDA ISHLAYDIGAN GAZ GENERATORINI AVTOMATIK BOSHQARISH UCHUN MIKROPROTSESSOR TIZIMINI YARATISH.....	143
To'xtaraliyev Sohibjon Murodjon o'g'li, Xolmatov D.S., FOSFORIT SHLAMIDAN KLINDER USULDA EKSTRAKSION FOSFAT KISLOTA OLIISHDA SULFAT KISLOTASI ME'YORI VA KONSENTRATSIYASINING TA'SIRI	152
F.M.Karomov, H.Salimov, E.R.Panoyev, Sh.U.Axmedova, MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA YUQORI HARORATGA CHIDAMLI KORROZIYA INGIBITORINI SINTEZ QILISH VA TADQIQ ETISH	161
Temurxo'ja Alisher o'g'li Shodmanov, XORIJLIKLARGA O'ZBEK TILINI ONLAYN O'QITISHDA LINGVOMADANIY YONDASHUV VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR	164
Maxkamov Ilhomjon Turdaliyevich, Aminjonova Mushtariyxon Sherzodbek qizi, ADAPTIV MOBIL TA'LIM ILOVALARINING TA'LIM SAMARADORLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH	168
Аминова Мохирахон Мўминжон қизи, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	172
Dustova Gulnoza Ashurovna, TEXNIK OLIY TA'LIMDA FANLARARO INTEGRATSIYA TUSHUNCHASINING PEDAGOGIK MAZMUNI VA RIVOJLANTIRISH TENDENSIYALARI	178
Turdimurodova Ma'suma Mamarajab qizi, O'ZBEKISTONNING SHO'RLANGAN TUPROQLARIDA O'SADIGAN O'SIMLIKLARNING FIZIOLOGIK – BIOKIMYOVIY MOSLANISH MEKANIZMLARINI TADQIQ QILISH.....	183
Hasanov Hakimjon Xalil o'g'li, SHARQ MUTAFAKKIRLARI (FOROBIY, BERUNIY, IBN SINO) ASARLARIDAGI TA'LIMIY G'OYALARINING PEDAGOGIK TAHLILI	191
Ergashev Asadbek Ulug'bek o'g'li, MEVA-SABZAVOTLARNI QAYTA ISHLAB CHIQRISHDA IKKILAMCHI RESURSLARDAN SAMARALI FOYDALANISH.....	199
Jo'rayeva Yoqutxon A'zamxo'ja qizi, BOLALARDA UZI-NAZORAT OSTIDA REGIONAR BLOKADALAR VA OPERATSIYADAN KEYINGI OG'RIQNI DAVOLASH	207
Sharipov Akbarshox Sanjarovich, NEFT-GAZ SOHASINING OBYEKTLARINI METROLOGIK NAZORAT QILISH USLUBIYOTI	215
Xakimova Zulfiyaxon Mehmonaliyevna, IJODIY ISH VA LOYIHA ISHI – TAFAKKURNI O'STIRISH VOSITASI.....	222
Shukurova Ozoda Odil qizi, KONSIGNATSIYA ASOSIDA SHAXSIY PLATFORMALARDA XIZMAT KO'RSATISH TARTIBI VA SHARTLARI	227
Xakimova Zulfiyaxon Mehmonaliyevna, IJODIY ISHLARNI TASHKIL ETISHDA PSIXOLOGIK VA PEDAGOGIK IMKONIYATLAR.....	232
Allayarova Nilufar Sherali qizi, TABIIY OFATLAR OQIBATLARINI BARTARAF ETISHNING RAQAMLI-MOLIYAVIY MEKANIZMLARI VA XALQARO TAJRIBA	236
Rasulov Inom Mo'ydinovich, Usmanova Gulnoza Xamdamonovna, RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA TA'LIM TIZIMINI BOSHQARISHNING PEDAGOGIK-METODOLOGIK MUAMMOLARI VA MODEL.....	242





Nurullayev Mirxon Muhammadovich, AGENTLI SI TIZIMLARIDA AXBOROT OQIMLARINING UMUMLASHGAN SXEMASI VA MANBALARNING KO'P O'LCHOVLI ISHONCH PROFILI TASNIFI.....	245
A.Isashov, N.Yunusaliyev, SUV RESURSLARINI BOSHQARISH VA ULARDAN SAMARALI FOYDALANISH MUAMMOLARI.....	257
Yo'ldosheva Dilrabo Sobir qizi, OLIY TA'LIM JARAYONIDA TALABALARNING MUSTAQIL TA'LIM FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART-SHAROITLARI.....	260
Nurmurodova Yulduz Bazarovna, O'ZBEKISTONDA JOYLASHGAN TARIXIY MAHALLA MARKAZLARINI QAYTA QURISH TAMOYILLARINI ISHLAB CHIQISH.....	271
Ismailova Gulnoza Odiljon qizi, EDGAR ALLAN POE HAMDA WASHINGTON IRVING ASARLARI: XIX ASR AMERIKA ADABIYOTIDA SHARQ VA ISLOM OBRAZLARINING POETIK TRANSFORMATSIYASI.....	278
Xaydarov Sayfulloh Nodirjon o'g'li, KROSS YUGURISHDA CHIDAMLILIKNI OSHIRISH UCHUN INNOVATSION YONDASHUVLAR VA ULARNING SAMARADORLIGI.....	285
Aminova Mohiraxon Mo'minjon qizi, FROM INDUSTRIAL SULFUR RESIDUES TO RELIABLE CROP PROTECTION: FEEDSTOCK QUALIFICATION, FORMULATION CONSISTENCY AND FIELD VALIDATION.....	295
Khudaybergan Abdullayev, RING-TO-DROPLET TRANSITION IN A TWO-DIMENSIONAL DIPOLAR BOSE-EINSTEIN CONDENSATE: A GROUND-STATE SCAN WITH GPELAB.....	301
Xazratqulova Irodaxon Zokirjon qizi, ISHQORIY YER METALLARI MAVZUSINI O'QITISHDA ILG'OR TA'LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH.....	308
Шодиева Муаттар Салом кизи, ФОРМИРОВАНИЕ РУССКОЯЗЫЧНОГО ЛЕКСИКОНА У ДЕТЕЙ-БИЛИНГВОВ: МЕХАНИЗМЫ, ФАКТОРЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ.....	313
Ubaydova V.E., Abbosova M.O., TRANSFORMATSIYA ELEMENTLARINI QO'LLAB KIYIMLARNI LOYIHALASHNING O'ZIGA XOS QONUNIYATLARI.....	320
S.Z.Ibodullayeva, BO'LAJAK PEDAGOGLARNING KASBIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART SHAROITLARI.....	325
Xazratqulova Iroda Zokirjon qizi, Maxkamov Ravshan Raximovich, AROMATIK KARBON KISLOTALARINING SIRT FAOL HOSILALARINI SINTEZ QILISH, STRUKTURA-SPEKTRAL TAVSIFI VA KOLLOID-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH.....	331
Qurbonov Elmurod Botiraliyevich, SADOQAT KONSEPTINING JAMIYAT VA SHAXS MUNOSABATLARIDAGI PRAGMATIK IFODASI (ODIL YOQUBOV ASALARI MISOLIDA).....	335
Shukurova Ozoda Odil qizi, RAQAMLI PLATFORMALARNING XIZMAT KO'RSATISH SHARTNOMALARIDAGI FUQAROLIK-HUQUQIY MAQOMI: VOSITACHI YOKI SHARTNOMA TARAFI.....	339
Jo'rayeva Maxfuza Erkinovna, SIYOSIY DISKURSNING SUN'IY INTELLEKT (AI) YORDAMIDA TADQIQI.....	345
Yaminov Feruzjon Fayzullo o'g'li, XORIJIY NEFT-GAZ TA'LIMI TAJRIBASIDA KASBIY KOMPETENSIYALARNI RIVOJLANTIRISH MODELLARI VA ULARNI O'ZBEKISTON TA'LIM TIZIMIGA MOSLASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	350
Shirinov Feruzbek Shuxratovich, Maxmudov Jamshid Shuxratovich, OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA MAGISTRLIK DISSERTATSIYALARINI TAYYORLASH JARAYONINI RAQAMLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI.....	360
Qobilova Dildora Odilboyevna, METEOPARAMETRLAR DINAMIKASI VA MURAKKAB OROGRAFIYA SHAROITIDA ZAHARLI ARALASHMALARNING ATMOSFERADA	



TARQALISHINI MATEMATIK MODELASHTIRISHNING NAZARIY VA USLUBIY ASOSLARI: ILMIY ADABIYOTLAR TAHLILI	364
Арслонхонов Косимхон Азиз угли, Арслонхонова Гулнара Давронбек кизи, ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНОВЫХ РУД	381
Abduvossiyev Asadbek Abdusaid o'g'li, INTELLEKTUAL BOSIM O'ZGARTIRGICHLARIDA DINAMIK XATOLIKLARNI KOMPENSATSIYA QILISH VA O'LCHASH NOANIQLIGINI BAHOLASH	391
Xaydarova Ziyodaxon Azimjon qizi, NOCHIZIQLI GIPERBOLIK SISTEMALAR UCHUN LYAPUNOV MA'NOSIDA TURG'UN OQIMGA QARSHI PARCHALANUVCHI AYIRMALI SXEMA	397
Feruz Yuldashev, O'ZBEKISTONDA DAVLAT VA XUSUSIY OLIY TA'LIM MUASSASALARI TADBIRKORLIK IMKONIYATLARINING MOLIVAVIY SALOHİYATI VA RAQOBAT HOLATINING QIYOSIY EKONOMETRIK TAHLILI	405
Jurayev Vays Narzullayevich, Abduqahhorov Abdurohman Xasan o'g'li, Botirjonova Mexruza Maqsud qizi, O'ng'arov Jaloliddin Faxriddin o'g'li, KO'MIRNI KOKSLASH JARAYONIDA OLTINGUGURT BIRIKMALARINING O'ZGARISHI VA KAM OLTINGUGURTLI METALLURGIK KOKS OLIŞ IMKONIYATLARI	413
Qosimov Oybek Abdumannon o'g'li, GIBRID SHAMOL QUYOSH ELEKTR STANSIYALARINING CHASTOTANI ROSTLASH QOBILIYATINI OSHIRISH.....	419





3. Gorbaty M.L. The chemical forms of sulfur in coal: a review // Fuel. – 1994. – Vol. 73, No. 4. – P. 475–484. DOI: 10.1016/0016-2361(94)90028-0.
4. Ndaji F.E., Imobighe G.A. Controlling effects of ash, total sulphur and chemical forms of sulphur in coals on the selection of components of coal blends for making metallurgical cokes // Fuel Processing Technology. – 1989. – Vol. 21, No. 1. – P. 49–61. DOI: 10.1016/0378-3820(89)90014-3.
5. ASTM D2492. Standard Test Method for Forms of Sulfur in Coal. ASTM International. Ushbu metod tarixiy/metodik manba sifatida keltiriladi; standart keyinchalik withdrawn qilingan.
6. A technological review of developments in chemical-related desulfurization of coal in the past decade // International Journal of Mineral Processing. – 2017. – Vol. 161. – P. 65–71. DOI: 10.1016/j.minpro.2017.02.013.
7. Effect of preheating on coking coal and metallurgical coke properties: A review // Fuel Processing Technology. – 2021.
8. The evolution of structural order, microstructure and mineral matter of metallurgical coke in a blast furnace: A review // Fuel. – 2014. – Vol. 133. – P. 194–215. DOI: 10.1016/j.fuel.2014.05.014.

GIBRID SHAMOL QUYOSH ELEKTR STANSIYALARINING CHASTOTANI ROSTLASH QOBILIYATINI OSHIRISH

Qosimov Oybek Abdumannon o'g'li¹

¹ Andijon davlat texnika instituti, Andijon, Uzbekistan.

Annotatsiya: Gibrid shamol–quyosh elektr stansiyalarini faol quvvat zaxirasi, muvofiqlashtirilgan boshqaruv va akkumulyatorning tezkor yordami orqali chastota rostdashga jalb etish masalasi o'rganiladi. Bir hududli soddalashtirilgan energotizim modeli asosida to'rtta boshqaruv rejimi taqqoslanadi. Hisobiy tajribada 5 MW yuklama ortishi uchun chastotaning eng katta og'ishi chastota yordamisiz rejimdagi 0,598 Hz dan muvofiqlashtirilgan PI rejimida 0,268 Hz gacha, akkumulyator yordami qo'shilganda esa 0,176 Hz gacha kamaydi. Inersiya va mavjud zaxiraga sezgirlik baholandi. Natijalar real stansiyadan olingan o'lchovlar emas, ushbu maqola uchun bajarilgan namunaviy sonli hisoblar bo'lib, usulning konseptual imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: gibrid elektr stansiyasi, shamol energiyasi, quyosh energiyasi, chastota rostdash, faol quvvat zaxirasi, PI rostlagich, virtual inersiya, akkumulyator, past inersiyali energotizim.

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы участия гибридных ветро-солнечных электростанций в регулировании частоты за счет использования резервов активной мощности, скоординированного управления и оперативной поддержки со стороны аккумуляторных накопителей. На основе упрощенной модели однозонной энергосистемы проведено сравнение четырех режимов управления. В ходе моделирования при скачкообразном увеличении нагрузки на 5 МВт максимальное отклонение частоты снизилось с 0,598 Гц (без поддержки частоты) до 0,268 Гц (при





скоординированном ПИ-управлении) и далее до 0,176 Гц (при дополнительном использовании аккумуляторных накопителей). Также была оценена чувствительность системы к инерции и доступным резервам мощности. Результаты получены путем численного моделирования, а не на основе натурных измерений на реальной электростанции, что демонстрирует концептуальные возможности предложенного метода.

Ключевые слова: гибридная электростанция, ветроэнергетика, солнечная энергетика, регулирование частоты, резерв активной мощности, ПИ-регулятор, виртуальная инерция, аккумуляторная батарея, энергосистема с низкой инерцией.

Abstract. This paper investigates the integration of hybrid wind-solar power plants into frequency regulation through active power reserves, coordinated control, and rapid battery support. Four control modes are compared using a simplified single-area power system model. In the simulation, for a 5 MW load increase, the maximum frequency deviation decreased from 0.598 Hz (without frequency support) to 0.268 Hz (coordinated PI control) and further to 0.176 Hz (with added battery support). Sensitivity to inertia and available reserves was also evaluated. The results are based on numerical simulations performed for this study rather than measurements from an actual power plant, demonstrating the conceptual capabilities of the proposed method.

Keywords: hybrid power plant, wind energy, solar energy, frequency regulation, active power reserve, PI controller, virtual inertia, battery, low-inertia power system.

Kirish.Elektr energiyasini shamol va quyosh manbalaridan birgalikda ishlab chiqarish resurslardan foydalanishni kengaytiradi. Biroq ikki manbaning bir joyda o'rnatilishi o'z-o'zidan chastota barqarorligini ta'minlamaydi. Chastota elektr energiyasi ishlab chiqarish va iste'molning ayni vaqtdagi muvozanatini aks ettiradi. Yuklama ortganda yoki generator quvvati kamayganda tizimda faol quvvat tanqisligi paydo bo'ladi va chastota pasayadi. Gibrid stansiyaning bu jarayonga javobi mavjud quvvat zaxirasi, ijro qurilmalarining tezligi va umumiy boshqaruvga bog'liq. Konvertor orqali ulangan shamol va fotoelektr qurilmalarda tarmoq chastotasi bilan tabiiy elektromexanik bog'lanish sinxron mashinalardagidek emas. Sinxron generatsiya ulushi qisqarishi ekvivalent inersiyani kamaytirishi mumkin. WWSIS-3 tadqiqotida shamol va quyosh ulushi yuqori bo'lgan tizimlarning chastota javobi va o'tkinchi barqarorligi tekshirilgan hamda boshqaruv, saqlash va boshqa choralar orqali salbiy ta'sirlarni yumshatish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan [1].

Mazkur maqolaning maqsadi gibrid stansiyaning chastotani rostlash qobiliyatini oshirish uchun zaxirani taqsimlash, ikkilamchi PI boshqaruv va qisqa muddatli energiya saqlash yordamini birlashtirish hamda ularning ta'sirini bir xil model sharoitida baholashdir. Ish konseptual hisobiy tadqiqot sifatida bajarilgan; O'zbekistonning muayyan tarmog'i yoki stansiyasi parametrlari sifatida talqin qilinmaydi.

Muammo va adabiyotlar tahlili.Asosiy muammo qayta tiklanuvchi manbalarning mavjud energiyasi va chastota xizmati uchun talab etiladigan quvvat o'rtaidagi nomuvofiqlikdir. Maksimal quvvat nuqtasida ishlayotgan quyosh stansiyasi oldindan ajratilgan zaxira yoki saqlagich bo'lmasa, quvvatini uzoq muddatga oshira olmaydi. Shamol turbinasida rotor kinetik energiyasini vaqtincha chiqarish mumkin, ammo rotor tezligini qayta tiklash jarayoni keyingi quvvat kamayishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun tezkor javob bilan barqaror quvvat yordamini alohida rejalashtirish zarur.

Shutang You tadqiqotida fotoelektr stansiyalarining inersiya, sintetik governor va AGC boshqaruvi orqali chastota xizmatlarini taqdim etish imkoniyati, shuningdek mavjud quvvat zaxirasidan foydalanish masalasi baholangan [2]. Bu natijalar quyosh stansiyasini chastota



rostdashga jalb etishda zaxira muhimligini asoslaydi. Biroq boshqa tarmoq va boshqa quvvat cheklovlari uchun ayni boshqaruv koeffitsiyentlari avtomatik ravishda mos kelmaydi.

Ademola-Idowu va Zhang ishida inverterlarning faol quvvat topshirig'ini modelga asoslangan bashoratli boshqaruv — MPC yordamida aniqlash taklif etilgan. Quvvat va energiya cheklovlari ushbu yondashuvning markaziy qismidir [3]. Sun, Ali va Joos esa energiya saqlagichdagi zaryad holati va xizmat davomida sarflangan energiyani tiklash masalasiga e'tibor qaratgan [4]. Ushbu maqolada MPC yoki to'liq grid-forming modeli qo'llanmaydi; soddaroq PI va filtrlangan tezkor yordam qonunlari hisobiy taqqoslanadi.

Ikkinchi muammo - mustaqil boshqaruv kanallarining bir-biriga ta'siri. Quyosh inverteri tezkor, shamol turbinasining quvvat kanali esa odatda sekinroq bo'lishi mumkin. Agar topshiriqlar zaxira va javob tezligiga mos taqsimlanmasa, bir manba cheklovga tez yetadi, boshqasi esa o'z imkoniyatidan to'liq foydalanmaydi. Boshqaruvning integral qismi cheklovdan keyin ham to'planib borsa, tiklanish jarayoni yomonlashishi mumkin. Shu sababli integral to'planishni cheklash mexanizmi zarur.

Uchinchi muammo baholash mezonlarini tanlashdir. Chastota minimumini yaxshilash har doim tiklanish vaqtini qisqartirishni anglatmaydi. Akkumulyatorning tezkor yordami dastlabki pasayishni yumshatishi, ammo quvvatni qaytarish yoki yordamni kamaytirish paytida tiklanishni cho'zishi mumkin. Shu bois ushbu ishda eng katta og'ish, qoldiq xato, qaytish vaqti hamda integral chastota xatosi birgalikda baholanadi.

Tadqiqot vazifalari. Tadqiqot vazifalari bir hududli quvvat muvozanati modelini tuzish, zaxiraga mutanosib boshqaruv qonunini ifodalash, akkumulyatorning vaqtinchalik yordamini qo'shish va bir xil yuklama buzilishida rejimlarni taqqoslashdan iborat. Qo'shimcha ravishda ekvivalent inersiya va umumiy zaxira o'zgarganda natijalarning sezgirligi tekshiriladi. Taklif etilgan kombinatsiyaning ilmiy yangiligi yoki dunyoda birinchi marta qo'llanishi haqida da'vo qilinmaydi; ishning amaliy qiymati boshqaruv tanlovlarini tekshiriladigan modelda tushuntirishdir.

Yechim va matematik model. Gibrid stansiya shamol, quyosh va ixtiyoriy akkumulyator bloklaridan tashkil topadi. Asosiy energiya manbalari shamol va quyosh bo'lib qoladi; akkumulyator chastota hodisasi paytida qisqa muddatli yordam beradi. Hisobda tarmoq bir hudud sifatida ifodalangan, chastota esa hududning yagona ekvivalent kattaligi deb olinadi. Boshlang'ich holatda ishlab chiqarish va yuklama muvozanatlashgan.

$$x = f - f_0; \quad M \, dx/dt = p^g + p^w + p^s + p^b - \Delta P^L - D x. \quad (1)$$

Bu yerda $f_0 = 50 \text{ Hz}$; $M = 2HS_\beta/f_0 - MW \cdot s/\text{Hz}$ birlikdagi inersiya koeffitsiyenti; H -ekvivalent inersiya doimiysi; S_β - bazaviy quvvat; D - yuklama sezgirligi; p^g, p^w, p^s va p^b -generator, shamol, quyosh va akkumulyatorning boshlang'ich holatga nisbatan qo'shimcha quvvatlari; ΔP^L - yuklama ortishi.

$$T^g \, dp^g/dt = -K^g x - p^g. \quad (2)$$

An'anaviy generator birlamchi droop javobi bilan beriladi. Barcha taqqoslashlarda uning K^g va T^g parametrlari o'zgarmaydi. Shamol va quyosh stansiyalarida mavjud quvvat $R_i = P_{i,avail} - P_{i,0}$ zaxirasi bilan cheklanadi. Ushbu hisobda zaxira doimiy; bu real ob-havo o'zgarishlarini to'liq ifodalamaydigan farazdir.

$$e = -x; \quad dz/dt = e; \quad u = \text{sat}(K_p e + K_i z, 0, R^w + R^s). \quad (3)$$

$$\alpha^w = R^w/(R^w + R^s); \quad \alpha^s = 1 - \alpha^w; \quad u_i = \alpha_i u. \quad (4)$$

$$T_i \, dp_i/dt = u_i - p_i, \quad i \in \{w, s\}. \quad (5)$$

sat topshiriqni berilgan chegarada ushlab turadi. Integral anti-windup sharti quyidagicha: agar cheklanmagan topshiriq yuqori chegaradan oshgan va $e > 0$ bo'lsa, yoki pastki chegaradan kichik va $e < 0$ bo'lsa, $dz/dt = 0$ olinadi; boshqa holatda $dz/dt = e$. Umumiy zaxira nol bo'lganda $u = 0$. Ushbu qonun chastota pasayishi uchun yozilgan; chastota oshishida quvvatni kamaytirish chegaralari alohida kiritilishi kerak.

Akkumulyatorning tezkor topshirig'i chastotaning filtrlangan hosilasi va vaqtinchalik droop signali orqali aniqlanadi. Sekin filtr yordamida doimiy chastota xatosiga javobning uzoq davom etishi cheklanadi. Bunda tezkor xizmatni asta-sekin shamol va quyosh zaxiralari qabul qilib oladi.

$$T^f dx^f/dt = x - x^f; \quad T^v dx^v/dt = x - x^v. \quad (6)$$

$$u^b = \text{sat}[-K^b(x - x^v) - J^b(x - x^f)/T^f, -P^b, \max, P^b, \max]. \quad (7)$$

$$T^b dp^b/dt = u^b - p^b; \quad dE^b/dt = p^b/3600. \quad (8)$$

J^b birligi MW·s/Hz, K^b birligi MW/Hz. E^b - MWh birlikdagi tarmoqqa berilgan sof energiya; manfiy p^b akkumulyator zaryadlanishini bildiradi. (7) hosilaviy javobni ifodalaydi, ammo to'liq grid-forming invertor modeli emas. (8) da energiya yo'qotishlari hisobga olinmagan; amaliy qurilmada zaryad holati va samaradorlik chegaralari qo'shiladi.

Hisobiy tajriba va boshlang'ich parametrlar. Model tenglamalari moslashuvchan qadamli sonli integrallash orqali yechildi. Maksimal integrallash qadami 0,025 s, natijalarni qayd etish oralig'i 0,01 s, hisob davomiyligi 60 s. Dastlabki qo'shimcha quvvatlar va chastota og'ishi nolga teng. $t = 5$ s da yuklama 5 MW ga ortadi va hisob tugaguncha shu qiymatda qoladi. Bu buzilish 100 MW bazaviy quvvatning 5 foiziga teng.

1 jadval Asosiy hisobiy model parametrlari

Parametr	Qiymat
Nominal chastota va bazaviy quvvat	50 Hz; 100 MW
Inersiya va yuklama sezgirligi	$H = 2$ s; $M = 8$ MW·s/Hz; $D = 2$ MW/Hz
An'anaviy generator javobi	$K^g = 20$ MW/Hz; $T^g = 3$ s
Shamol mavjud va boshlang'ich quvvati	25 MW va 20 MW; $R^w = 5$ MW
Quyosh mavjud va boshlang'ich quvvati	15 MW va 12 MW; $R^s = 3$ MW
Shamol va quyosh vaqt doimiylari	$T^w = 0,8$ s; $T^s = 0,2$ s
Markaziy PI koeffitsiyentlari	$K_p = 20$ MW/Hz; $K_i = 4$ MW/(Hz·s)
Akkumulyator quvvat chegarasi	$P^b, \max = 3$ MW
Tezkor yordam koeffitsiyentlari	$K^b = 8$ MW/Hz; $J^b = 3$ MW·s/Hz
Akkumulyator va filtr vaqt doimiylari	$T^b = 0,1$ s; $T^f = 0,15$ s; $T^v = 8$ s

2 jadval Taqqoslanayotgan boshqaruv rejimlari

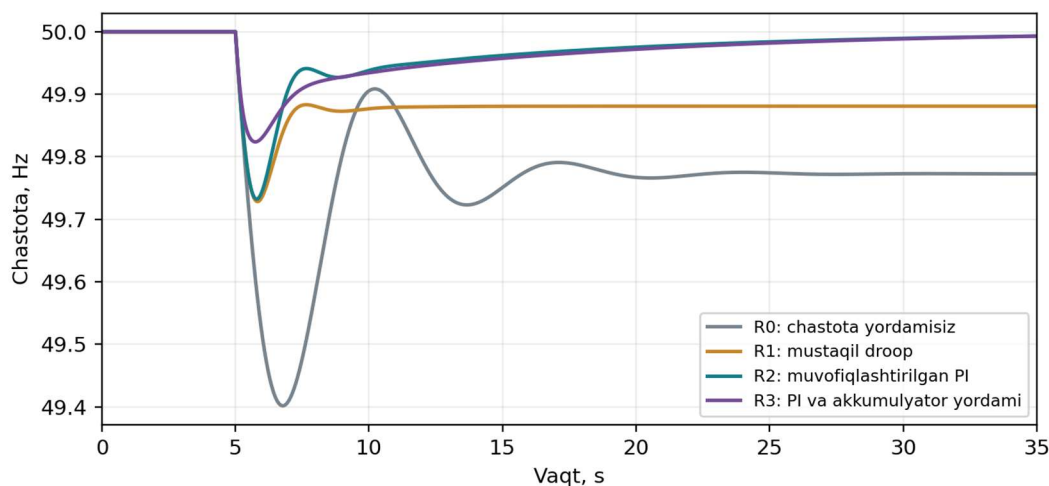
Rejim	Shamol va quyosh javobi	Akkumulyator
R0	Chastota yordami yo'q	Yo'q
R1	Mustaqil droop: 12 va 8 MW/Hz	Yo'q
R2	Umumiy PI va zaxiraga mutanosib taqsimlash	Yo'q
R3	R2 bilan ayni PI va taqsimlash	(6)–(8) bo'yicha tezkor yordam

R1 da har bir manba topshirig'i o'z zaxirasi bilan cheklanadi. R2 va R3 da taqsimlash koeffitsiyentlari $\alpha^w = 0,625$ va $\alpha^s = 0,375$. R2–R3 taqqoslashida faqat akkumulyator kanali qo'shiladi, shu sababli uning marginal ta'siri aniqlanadi. R1–R2 taqqoslashida ham integral

boshqaruv, ham taqsimlash qonuni o'zgaradi; natija faqat muvofiqlashtirishning alohida ta'siri deb olinmaydi.

Baholash mezonlari: chastota minimumi f_{min} , eng katta $|x|$, 60 s dagi $|x|$, $\pm 0,05$ Hz oralig'iga kirib hisob oxirigacha qolish vaqti va $IAE = \int |x| dt$. IAE 5–60 s oralig'ida hisoblanadi, birligi Hz·s. Qaytish vaqti buzilish onidan boshlab o'lchanadi. $\pm 0,05$ Hz bu ishning hisobiy mezon bo'lib, muayyan tarmoqning normativ chegarasi sifatida ko'rsatilmaydi.

Chastota javobining tahlili



1 rasm 5 MW yuklama ortishida chastota javobi Namunaviy sonli hisob

3 jadval Chastota rostlash ko'rsatkichlari $H = 2$ s va zaxira 8 MW

Rejim	f_{min} Hz	Max $ x $ Hz	$ x $ 60 s Hz	Qaytish s	IAE Hz·s
R0	49,402	0,598	0,2273	60 s da yo'q	13,04
R1	49,728	0,272	0,1190	60 s da yo'q	6,73
R2	49,732	0,268	0,0008	6,90	1,24
R3	49,824	0,176	0,0004	8,04	1,25

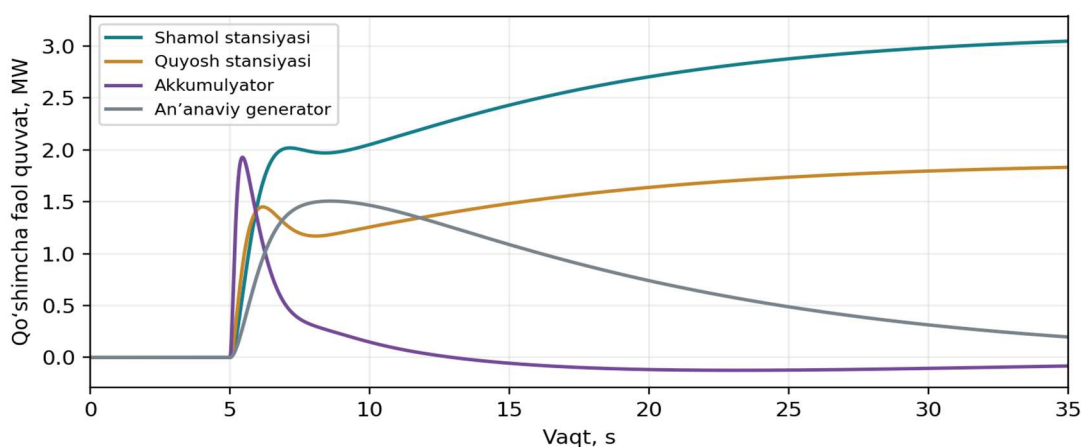
R0 rejimida qayta tiklanuvchi manbalar chastotani qo'llab-quvvatlamaydi. Eng past chastota 49,402 Hz, 60 s dagi qoldiq xato 0,2273 Hz. Birlamchi generator javobi tanqislikning katta qismini qoplaydi, ammo integral rostlash yo'qligi tufayli chastota nominal qiymatga to'liq qaytmaydi. R1 da mustaqil droop minimumni 49,728 Hz gacha yaxshilaydi, qoldiq xato esa 0,1190 Hz bo'lib qoladi.

R2 da integral tashkil etuvchi zaxiralarni bosqichma-bosqich ishga soladi: 60 s dagi xato 0,0008 Hz gacha kamayadi, qaytish vaqti 6,90 s. Eng katta og'ish R0 ga nisbatan 55,3 foiz kamayadi. R1 ga nisbatan minimumdagi farq kichik; asosiy foyda qoldiq xatoning bartaraf etilishi va integral xatoning kamayishida namoyon bo'ladi.

R3 da tezkor akkumulyator yordami eng katta og'ishni 0,176 Hz gacha tushiradi. Bu R2 ga nisbatan 34,2 foiz, R0 ga nisbatan 70,6 foiz kamayishdir. Biroq qaytish vaqti 8,04 s bo'lib, R2 dan uzoqroq; IAE ham 1,24 dan 1,25 Hz·s gacha biroz ortadi. Demak, tanlangan sozlamada minimumni yaxshilash tiklanish mezonini avtomatik ravishda yaxshilamadi. Rostlagichni faqat bitta ko'rsatkich bo'yicha tanlash yetarli emas. Buzilishning ayni boshlanishida dp javoblari hali shakllanmaganligi sababli barcha rejimlarda $dx/dt = -5/8 = -0,625$ Hz/s. Akkumulyator modeli chekli javob vaqtiga ega; hisobdagi yaxshilanish dastlabki matematik ondagi RoCoFning

o'zgarishi emas, undan keyingi pasayishning yumshatilishidir. Grafik 35 s gacha ko'rsatilgan, jadval qiymatlari esa 60 s hisobdan olingan.

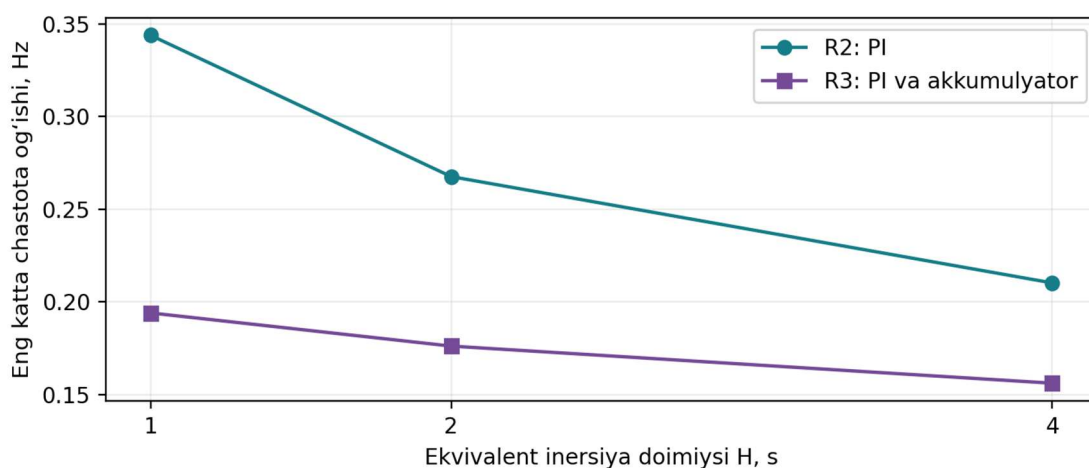
Quvvat taqsimoti va parametrlar sezgirliigi



2 rasm R3 rejimida qo'shimcha faol quvvatlarning taqsimlanishi

Akkumulyator dastlabki tanqislikni tez qoplaydi, keyin uning yordam signali kamayadi. Hisobda akkumulyatorning eng katta mutlaq quvvati 1,927 MW bo'lib, belgilangan 3 MW chegaradan kichik. Keyingi manfiy quvvat davri zaryadlanishni bildiradi. Tezkor yordam kamayganda yuklamaning doimiy ortishini shamol va quyosh zaxiralari qabul qiladi; barqaror taqsimot mos ravishda 3,125 va 1,875 MW ga yaqinlashadi.

Ushbu yordam qonuni zaryad holatini to'liq boshqaradigan optimallashtirish algoritmi emas. Chastota signali orqali hosil bo'lgan manfiy quvvat energiya holatini aniq boshlang'ich qiymatga qaytarish kafolatini bermaydi. Akkumulyator sig'imi uchun shu bir hodisadagi sof energiya yetarli mezon emas: ketma-ket buzilishlar, maksimal chiqarilgan energiya, samaradorlik va zaryad oynasi alohida tekshirilishi kerak.



3 rasm Inersiyaniy chastota og'ishiga ta'siri Zaxira 8 MW

H = 1, 2 va 4 s holatlarida qolgan parametrlar o'zgartirilmadi. R2 uchun eng katta og'ishlar mos ravishda 0,344; 0,268 va 0,210 Hz, R3 uchun 0,194; 0,176 va 0,156 Hz. Inersiya kam bo'lganda tezkor yordamning minimumga ta'siri kuchliroq. Ushbu uch nuqta sezgirlikni ko'rsatadi, ammo barcha H qiymatlari uchun barqarorlikning formal isboti yoki optimal sozlama hisoblanmaydi.

Zaxira cheklovlari tahlili va tavsiyalar



4 jadval Umumiy faol quvvat zaxirasining R2 rejimiga ta'siri

Umumiy zaxira	$\max x $ Hz	$ x $ 60 s Hz	Qaytish s
2 MW	0,416	0,1364	60 s da yo'q
4 MW	0,297	0,0455	10,25
8 MW	0,268	0,0008	6,90

Zaxira 2 MW bo'lganda 5 MW yuklama ortishining qolgan qismi generator droopi va yuklama sezgirligi orqali qoplanadi; qoldiq xato taxminan $3/(20 + 2) = 0,1364$ Hz. Zaxira 4 MW da xato $1/22 = 0,0455$ Hz bo'lib, tanlangan $\pm 0,05$ Hz mezonni bajariladi, ammo chastota nominal qiymatga qaytmaydi. 8 MW zaxirada PI rostlagichning doimiy tanqislikni qoplash imkoniyati mavjud. Shunday qilib, mezon bajarilishi va to'liq tiklanish bir xil tushuncha emas.

Birinchi tavsiya - zaxirani foiz bo'yicha doimiy belgilashdan oldin kutilayotgan buzilish va mavjud generatsiyaga bog'lab rejalashtirish. Quyosh yoki shamol resursi kamayganda boshqaruv markaziga mavjud quvvatning yangilangan bahosi uzatilishi kerak. Hisobda ajratilgan 20 foizlik zaxira umumiy tavsiya emas, tanlangan misol parametridir. Ortiqcha zaxira ishlab chiqarish yo'qotishini oshiradi; kam zaxira esa xizmatni cheklaydi.

Ikkinchi tavsiya - PI va tezkor yordam koeffitsiyentlarini birgalikda sozlash. Maqsad funksiyasida chastota minimumi, qaytish vaqti, IAE, akkumulyator energiya almashinuvi hamda shamol turbinasining mexanik yuklanishi hisobga olinishi lozim. Hisobdagi R3 tiklanish vaqti uzaygani uchun K^b , J^b va T^v qiymatlarini minimumni saqlagan holda qayta tanlash maqsadga muvofiq. Hosilaviy kanal shovqinga sezgir bo'lgani sababli filtrlash va o'lchov kechikishi tekshiriladi.

Uchinchi tavsiya - real stansiya uchun modelni kengaytirish. Shamol rotori va pitch boshqaruvi, fotoelektr inverter tok chegaralari, DC bog'lanish, aloqa kechikishi, o'lchov shovqini va tarmoq kuchlanishi kiritilishi zarur. Akkumulyatorga zaryad holati, quvvat va energiya chegaralari hamda samaradorlik modeli qo'shiladi. Keyin turli ob-havo, generator uzilishi va ketma-ket buzilishlarda tekshirish, so'ng hardware-in-the-loop sinovi o'tkazish tavsiya etiladi.

Natijalarni amaliy tekshirish va iqtisodiy baholash. Chastota xizmatini joriy etishdan oldin hisobiy natijalar real o'lchovlar bilan solishtirilishi kerak. Stansiyadagi faol quvvat, tarmoq chastotasi, inverter toki va shamol turbinasining rotor tezligi bir xil vaqt belgisi bilan qayd etiladi. Modelga real yuklama yoki generatsiya o'zgarishi kiritilib, o'lchangan va hisoblangan chastota minimumi hamda tiklanish trayektoriyasi taqqoslanadi. Parametrlarni bir hodisaga moslashtirish bilan cheklanmasdan, boshqa mustaqil hodisalarda ham tekshirish modelning ishonchliligini oshiradi.

Zaxira yaratishning iqtisodiy ta'siri mavjud quvvat va ishlash nuqtasi orasidagi farqdan kelib chiqadi. Ushbu misolda shamol va quyoshning mavjud jami quvvati 40 MW, boshlang'ich quvvati 32 MW; ajratilgan zaxira 8 MW. Shu holat 1 soat o'zgarimas davom etsa, maksimal mavjud ishlab chiqarishga nisbatan energiya farqi 8 MWh bo'ladi. Bu haqiqiy yillik yo'qotish emas: real baholash uchun ob-havo, ish rejimi va zaxira buyurtmasining davomiyligi kerak.

$$C_r = \int c_e(t)R(t)dt; \quad J = a \cdot \max|x| + b \cdot IAE + c \cdot C_r + d \cdot E_{th}. \quad (9)$$

(9) kelajakdagi optimallashtirish uchun taklif etilgan ifoda. c_e — energiyaning birlik qiymati; vaqt soatlarda olinsa, C_r zaxira uchun ajratilgan energiyaning qiymatini ifodalaydi. E_{th} — akkumulyator orqali almashilgan jami energiya, u eskirish xarajatiga yaqinlashtiruvchi ko'rsatkich bo'lishi mumkin. a , b , c va d vaznlar turli birliklarni moslashtirish va xizmat ustuvorligini aks ettirish uchun tanlanadi. Ushbu maqolada narxlar va eskirish ma'lumotlari yo'qligi sababli iqtisodiy optimum hisoblanmagan.



Xulosa

Gibrid shamol–quyosh stansiyasining chastotani rostlash qobiliyati mavjud faol quvvat zaxirasi, uni muvofiqlashtirilgan boshqarish va tezkor yordamni barqaror xizmatga uzluksiz o'tkazish orqali oshirilishi mumkin. Namunaviy hisobda PI rejimi qoldiq xatoni kamaytirdi, akkumulyator yordami esa eng katta og'ishni 0,268 dan 0,176 Hz gacha tushirdi. Shu bilan birga, tanlangan tezkor yordam sozlamasi tiklanish vaqtini uzaytirdi. Zaxira yetishmasa, integral boshqaruv ham chastotani to'liq qaytara olmaydi. Natijalar soddalashtirilgan model doirasida amal qiladi; real qo'llanish uchun uskunalar cheklovlari va o'zgaruvchan ish sharoitlarida tekshirish talab etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Miller, N. W., Shao, M., Pajic, S., D'Aquila, R. Western Wind and Solar Integration Study Phase 3 — Frequency Response and Transient Stability. NREL/SR-5D00-62906, 2014. <https://www.nrl.gov/docs/fy15osti/62906.pdf>
2. You, S. Photovoltaic (PV) Virtual Inertia and Fast Frequency Regulation in High PV Power Grids. arXiv:2010.11340, 2020; v3, 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.11340>
3. Ademola-Idowu, A., Zhang, B. Frequency Stability Using MPC-based Inverter Power Control in Low-Inertia Power Systems. arXiv:1909.12810, 2019; v3, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.12810>
4. Sun, C., Ali, S. Q., Joos, G. Energy Control of Grid-forming Energy Storage based on Bandwidth Separation Principle. arXiv:2408.16724, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.16724>
5. Shuxrat V. Xamidov, Iskander M. Buranov, & Bahrom R. Normuratov. (2026). Improving the reliability of the energy system Uzbekistan under the conditions of “green” transition. *PROBLEMS OF ENERGY AND SOURCES SAVING*, (3), 75–82. Retrieved from <https://energy.tdtu.uz/index.php/journal/article/view/219>
6. Shukhrat, K., & //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.-India. (2019). To modeling of FACTS devices and their application on the Intersystem Relations of Integrated Power System of Central Asia. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.-India*, 6(10), 11239-11246.



ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR VA TEXNIK TAFAKKUR

ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR & TEXNIK TAFAKKUR

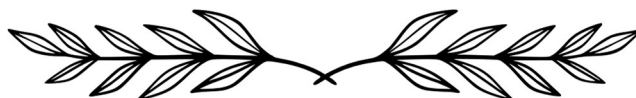
Bosh muharrir: Z.Sh. To'xtaeva

Bosh muharrir o'rinbosari: V.E. Ubaydova

Mas'ul kotib: M.B. Obloqulova

Texnik muharrir va dizayner: B.M. Imomov

2026-YIL, № 2-SON



© Materiallar ko'chirib olingan yoki chop etilganda "Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda chop etilgan va e'lon qilingan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflarning o'zlari ma'sul hisoblanadi. Tahririyat fikri har doim ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin.

"Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur" ilmiy jurnali 15.09.2026-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan № C-5669338845379 reyestr raqami tartibi bilan ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: №1852266.



