



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



6
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ 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.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)

ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)

ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)

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

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

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), профессор, ЎзРФА УНКИ

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

ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

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

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

БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор

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

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

ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

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. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

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

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

РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ХОЖИЕВ Ш.М. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент

НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD), доцент

Бош муҳаррир: ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар: Артикова М.М., Истамова Г.Х.

Мусахҳиҳ: Баракаева Д.Ф.

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 давлат техника университети

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 рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев

кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат

техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<http://journal.bstu.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	
Яхяев Н.Ш. Эксплуатация нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами....	5
Назаралиева Н. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари.....	12
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.....	17
Urinov A.A. Magistral quvurlari himoya qoplamalarini modifikatsiyalashda uglevodorod xomashyosi va bitum piroliz chiqindilarini qo‘llash salohiyati.....	21
Норбоев О.Н., Улжаев Э. Расчет основного параметра емкостного датчика.....	25
Tog‘aymurodov S.Z, Rasulova B.I. Yuklama tokining o‘zgarishini transformatorlarning ichki izolyatsiyasiga bog‘liqligini tekshirish.....	30
Berdiyev D.M., Komilova G.M. Shtamp asboblarning termik ishlov berish harorat rejimlarini optimallashtirish.....	34
Зокирова Д.А. Свободных и вынужденных колебаний на установке - ТМ 155.....	38
Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X. Metall konstruksiyalar.....	42
Shukrullayev J.O., Jo‘rayev X.F. Barabanli quritgichda gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq qilish.....	51
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Беккулов Дж.Ш. Адаптивный виртуальный анализатор на основе метода “движущегося окна”, предназначенный для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени, постоянно адаптирующий свой алгоритм работы на основе последних данных.....	56
Mahmudov G‘.B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F. Sianlash jarayonida ionsektiv elektrodi usuli yordamida sian konsentratsiyasini o‘lchash aniqligini oshirish.....	63
Obidov H.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish.....	72
Tilloeva Sh., Sharipov K. Improvement of the demercaptanization process based on kerosene production technology.....	77
Jo‘rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoev E.X. Sintez qilib olingan 1-(defenilamino)butanon-2 ning xromato-mass spektri tahlili.....	81
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж. Риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш.....	85
Сафаров Ё.Т., Гуро В.П., Расулова С.Н., Рузиев У.Н., Абдуллаев Ф.Р., Асадов А.И. Совершенствование технологии получения высокочистого вольфрамового ангидрида.....	90
Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F. Neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish uchun tarkibi yaxshilangan kislota eritmasini olish.....	95
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Этил спирти куб қолдиғи сивуш мойи асосида дизел ёқилғилари учун мойловчи ва едирилишга қарши присадкаларни олиш.....	100
Ranoyev E.R., Do‘stov H.B., Nurnazirova G.D. Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi mazut xomashyosining fizik – kimyoviy tahlili va undan moy va koks olish jarayonini tahlil qilish.....	107
Soatov B.Sh., Xasanov A.S., Hakimov K.J., Muhammadiyev E.M. Xondiza polimetall ma’danlarining kollektiv-selektiv flotatsiyasini optimallashtirish va mis boyitmasini ajratib olishning samaradorligini oshirish	113
Ниезов С.А., Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Махмудов.Р.А., Худойбердиев Ф.И. Калий хлориди ва натрий гипохлорит конверсияси асосида калий хлоратини олиш.....	119
Savriyev M.S., Do‘stov H.B., Tilloyev L.I. Unconverted oil (uco) ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida tahlil qilish.....	127

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Qo'ziyev Z.E. Quyosh fotoelektr panellarining asosiy parametrlarini tahlili va modellari.....	134
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini baholash texnologiyalari..	139
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorlikka ta'sir etuvchi omillar va energiya samaradorlikni oshirish imkoniyatlari.....	146
Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации	150
Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б. Механизм влияния низкочастотного электрического поля на процесс сушки плодов (обзор).....	157
Ахмедов Х.И. Комплексное исследование химического состава, морфологии и эксплуатационных характеристик белых высокохромистых чугунов.....	161
Sayfiddinov Q.E. Ikki rotorli shamol turbinasini matlab/simulink tizimida modellashtirish va optimal parametrlarini aniqlash.....	168
Tovboyev A.N. Elektr tarmoqlarida ko'ndalang kompensatsiya tizimining funksional tahlili.....	174
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges konussimon havzasining maqbul konstruksiyasini asoslash orqali energiya samaradorligini oshirish.....	180
Maxmudov B.M. Key factors in selecting drying process parameters and their impact on product quality and energy efficiency.....	189
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Тураев Х.С. Повышение надёжности и безопасности сложных технологических процессов с использованием принципов условной обратной связи.....	196
Sobirov M.N. Intelektual qurilmalarning internet tarmog'i (internet of things) ga asoslangan oziq - ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarining umumiy modelini ishlab chiqish...	204
Sultonov S. Mathematical modeling of the output power of a mobile power plant with a garland turbine.....	212
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish.....	218
Абдуллаева Г.У., Курбанов М.Т. Влияние лекарственных растений и их смеси на микро-биологические показатели комбикормов при хранении.....	226
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini ultratovushli maydonida jadallashtirish.....	232
Kuliyeva N.G'., Sharipov N.Z. Qovoq mag'zini quritish jarayonini ultratovush ta'sirida jadallashtirishning nazariy asoslari.....	236
Кабулов Н.А., Сабиров У.К., Окилов А.К. Машинное зрение для автоматизации контроля качества продукции.....	242
Садуллаев С.Х., Шахридинов Ф.Ф. Сравнительный анализ аминокислотного состава белков, полученных из местного зерна тритикале для помола хлебопекарной муки.....	245
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Темирова Г.И. Табiiй мўйна хом ашёсининг физик-механик хусусиятларини иқтисодий харажатларга таъсирларини ўрганиш усуллари.....	253
Темирова Г.И. Аёллар устки кийими тайёрлашда фойдаланиладиган табiiй мўйна пакетининг физик-механик хоссалари.....	259

Uzoqova L.P. Tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki poyabzallarning shaklbardoshligini oshirish uchun shakllantirish rejimlarini ilmiy asoslash.....	264
Mirzaboyev J.B. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida olingan ip sifat ko'rsatkichlarini tahlili.....	269
To'xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O'smirlar modasi talablari asosida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko'rsatkichlarini baholash.....	275
Azimova G.A., Kadirova D.N. Jun aralash tarkibli kiyimbop to'qimalarning texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi.....	281
Gaybullayeva N.Z. Zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun innovatsion matolarning xususiyatlari va qo'llanilishi.....	285
Abduraxmanova F.A. Bikr qobiq yordamida poyabzal maketini barpo etish usullari.....	291
Uzoqova L.P. Poyabzal ishlab chiqarishda bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirining ilmiy tahlili.....	296
Ихтиярова Г.А., Рахматова Г.Н., Асадова С.С. Исследования техники мокрого валяния - нунофелтинг на различных шелковых тканях.....	301
Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Модульное проектирование одежды как основа ресурсосбережения.....	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Ikki qatlamli ko'ylakbop matoning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uslublari.....	315
Kadirova D.N., Azimova G.A. Kiyimbop to'qimalarning tolaviy tarkibini aniqlash.....	320
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш.....	324
Xodjayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyim yaratishda o'tkazilgan tajribalarni matematik rejalashtirish va ratsional qiymatlarini aniqlash.....	329
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Turli o'rilishli ikki qatlamli ko'ylakbop matolar olish texnologiyasini ishlab chiqish.....	336
Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А. Ипларнинг узиш кучини аниқлаш усулини такомиллаштириш.....	342
Turdiyev B.E. Chigit shikastlanishini kamaytirish tajriba-sinov natijalari.....	345
Avezov M.F., Kuliyeva D.R. Yengil sanoat sohasida bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-asosiy tahlili.....	350
Musayev S.S., Qodirov T.J. Maxsus poyabzal tagligi uchun etilen propilen kauchuk va polipropilen asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xossalarini tadqiq etish.....	353
Muxammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imlari shikastlangan bemorlar uchun ilmiy asoslangan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqish.....	360
Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O. Paxta tozalash mashinasini yangi konstruksiyasini ishlab chiqish.....	365
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР	
Burxonov Z.A. Kutubxonada ish jarayonida avtomatlashtirilgan intellektual dezinfektsiyalovchi qurilmani ishlab chiqish.....	372
Xolova Sh.A. Effectiveness of implementing internet of things devices in occupational safety: real time monitoring approach.....	377
Мухамедбаев Аг.А. Легкий пористый заполнитель автоклавного генезиса.....	381
Gadoeva O.P. Bazalt asosidagi yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalari.....	388
ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ	
Xaitov R.A., Axmedova M.B., G'ulomov I.G'. Ikkilamchi xomashyolaridan foydalanib ekologik toza qurilish materiallari ishlab chiqarish	394

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S. O‘simlik xomashyolaridan foydalanib ekologik toza mahsulot yetishtirish usullari.....	399
Pirimov R.R., Juraqulov A.X. Buxoro viloyati hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari.....	403
Yunusova G. R., Nabiyev A.A., Ro‘ziyev I.X. Chiqindi suvlar tarkibidagi AL, GA, TL ionlarini aniqlash usullari.....	411
Yaminov F.F., Obidov H.O. Oltingugurt-ishqorli oqova suvlarni tozalashning kimyoviy va kompleks usullari.....	417

4. Trần, N. N. (2024). Improving energy efficiency. World Journal of Advanced Research and Reviews, 24(3), 2254–2257. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.24.3.3899>
5. Chen, N., Gao, J., Gao, L., Yang, S., & Chen, S. (2025). Scheduling strategy for an electricity-heat-gas hybrid energy storage microgrid system. Energy Reports, 13, 4719–4733. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.04.028>
6. Xie, Q., Wu, H., & Deng, L. (2025). The optimal variable geometry combination strategy for the gas turbine combined-cycle part-load performance based on energy-saving and pollutant-reducing. Thermal Science and Engineering Progress, 59, 103339. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103339>
7. <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>
8. <https://www.ceicdata.com/en/country/norway>
9. <https://www.iea.org/countries/uzbekistan/energy>
10. <https://president.uz/oz/lists/view/7501>

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА – АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. Статья посвящена исследованию внедрения комбинированных систем, рассчитанных на широкий спектр предлагаемых энергетических услуг потребителю, использование систем тригенерации (комбинированная выработка электроэнергии, теплоты и холода) в условиях цифровой трансформации. В ней проанализированы различные технологии использования тригенерации (+ производство холода), существенно превосходящие по своим показателям лучшие мировые технологии комбинированной выработки электроэнергии, теплоты и т.д.

Ключевые слова: надежность комбинированных систем, использование энергоинформационных систем, тригенерация (комбинированная выработка электроэнергии, теплоты и холода), цифровая трансформация.

ELEKTR ENERGASI, ISSIQLIK VA SOVUQNI KOMBINATSIYALASHGAN USULDA ISHLAB CHIQRISHI – ENERGETIKANI RAQAMLI TRANSFORMATSIYALASH SHAROITIDA DOLZARB YO‘NALISH.

Jalilov R.B., Sharipova N.O.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Maqola iste'molchiga taklif etilayotgan keng ko'lamli energiya xizmatlari uchun mo'ljallangan kombinatsiyalangan tizimlarni joriy etishni, raqamli transformatsiya sharoitida trigeneratsiya tizimlaridan (elektr energiyasi, issiqlik va sovuqni kombinatsiyalangan ishlab chiqarish) foydalanishni o'rganishga bag'ishlangan. U elektr, issiqlik va boshqalarni birgalikda ishlab chiqarish bo'yicha eng yaxshi jahon texnologiyalaridan sezilarli darajada ustun bo'lgan trigeneratsiyadan foydalanishning turli texnologiyalarini tahlil qiladi (+ sovuq ishlab chiqarish).

Kalit so'zlar: kombinatsiyalangan tizimlarning ishonchiligi, energiya axborot tizimlaridan foydalanish, trigeneratsiya (elektr, issiqlik va sovuqni birgalikda ishlab chiqarish), raqamli transformatsiya.

PROSPECTS FOR COMBINED PRODUCTION OF ELECTRIC ENERGY, HEAT AND COLD – A CURRENT DIRECTION IN ENERGETICS IN THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION

Jalilov R.B., Sharipova N.O.

Bukhara state technical university.

Annotation. The article is devoted to the study of the implementation of combined systems designed for a wide range of energy services offered to the consumer, the use of resource-saving and environmentally friendly systems in order to increase their reliability in the context of the transition to a “green” economics. It analyzes various technologies for using generations (+ cold production), which are significantly superior in their performance to the world's best technologies for combined generation of electric energy, heat, etc.

Key words: reliability of combined systems, use of resource-saving and environmentally friendly systems, generations (combined generation of electrical energy, heat and cold), “green” economics.

Введение. Одна из стратегических линий развития мировой энергетики – это явная ориентация на малую энергетику, в частности, на альтернативные источники энергии. Тригенерация – это процесс организации выработки одновременно трех энергий: электричества, тепла и холода является более выгодной по сравнению с когенерацией [1-5,7-10], поскольку дает возможность эффективно использовать утилизируемое тепло не только зимой для отопления, но и летом для кондиционирования помещений или для технологических нужд. Для этого используются тригенераторные абсорбционные бромистолитиевые холодильные установки. Такой подход позволяет использовать генерирующую установку круглый год, тем самым не снижая высокий КПД энергетической установки в летний период, когда потребность в вырабатываемом тепле снижается. Таким образом, если это тепло направить в абсорбционную машину, то отпадет надобность в работе системы принудительного охлаждения мини-ТЭЦ, на которую расходуется часть производимой электроэнергии и будет получена охлажденная вода для системы кондиционирования. Следовательно, совместное использование газопоршневых мини-ТЭЦ и абсорбционных холодильных машин значительно повышает эффективность использования мини-ТЭЦ. Кроме того, в качестве электрической нагрузки к мини-ТЭЦ могут быть подключены обычные компрессорные холодильные установки, которые позволят получать промышленный холод.

Анализ различных технологических схем тригенерации. С широким проникновением электроэнергии в быт возникла потребность в холоде, получаемом из электричества в кондиционерах. Удобство современных кондиционеров заключается также в том, что они могут работать как кондиционер летом и как отопительный прибор (тепловой насос) при отрицательных температурах окружающего воздуха, эффективность которого, однако, снижается с понижением температуры.

Можно предположить, что современные кондиционеры могут работать как тепловой насос только при температуре окружающего воздуха выше $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Следует отметить, что удельные капитальные затраты на получение 1 кВт электроэнергии в 10–15 раз выше, чем на получение 1 кВт тепловой энергии.

Большой интерес представляет создание холодильных машин, использующих тепловую энергию для производства холода.

К ним, в частности, относятся абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ) [2].

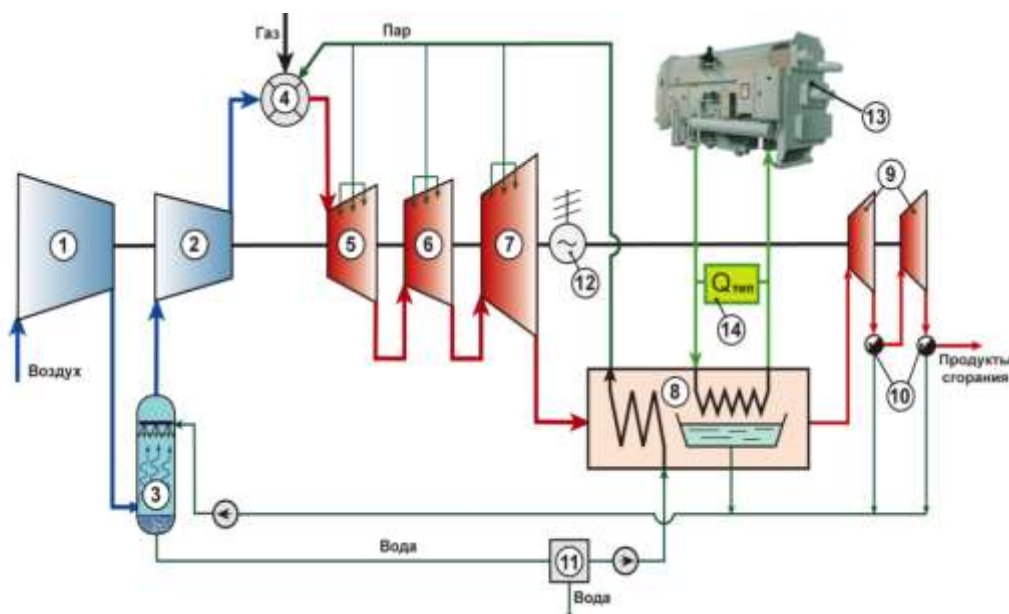
В ряде случаев при снятии тепловой нагрузки в период положительных температур у потребителя возрастает потребность в холоде для кондиционирования помещений.

С точки зрения наиболее эффективного использования оптимальной является установка с тригенерацией, которая вырабатывает электроэнергию круглогодично в соответствии с потребностями потребителя, тепло для горячего водоснабжения и отопления по графику отопительного сезона и холод в соответствии с потребностями в кондиционировании помещения по обратному графику тепловой нагрузки.

Принципиальная тепловая схема предлагаемой ПГУ, разработанной Объединенным институтом высоких температур РАН, модифицированной для работы в системе тригенерации, оптимизированной для комбинированной выработки электроэнергии, тепла и холода, представлена ниже на рис. 1.

Основные преимущества предлагаемой технологии:

- На базе существующего отечественного авиационного двигателя АЛ-31 мощностью 20 МВт может быть создана парогазовая установка с впрыском пара электрической мощностью порядка 80–100 МВт, как за счёт повышения степени сжатия газотурбинного агрегата, так и за счёт впрыска пара в газовый тракт.



Источник.: URL:http://www.Energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.

Рис. 1. Принципиальная тепловая схема ПГУ для комбинированной выработки электроэнергии, тепла и холода: 1 – компрессор низкого давления; 2 – компрессор высокого давления; 3 – воздухоохладитель смешения; 4 – камера сгорания; 5 – приводная турбина высокого давления, 6 – приводная турбина низкого давления, 7 – силовая турбина, 8 – регенеративный подогреватель (котел-утилизатор) с подогревателем сетевой воды; 9 – паровоздушный турбодетандер; 10 – капельная влагоуловитель; 11 – система очистки конденсата и подготовки оборотной воды; 12 – электрогенератор; 13 – блок АБХМ; 14 – типовой потребитель тепла (система централизованного теплоснабжения).

- Конденсатор пара из парогазовой смеси после силовой газовой турбины работает под избыточным давлением 0,35–0,45 МПа, что позволяет конденсировать весь впрыскиваемый пар из парогазовой смеси и создать замкнутую систему водоснабжения с получением горячей сетевой воды температурой около 100 °С для нужд отопления или охлаждения.
- Осушенная парогазовая смесь расширяется в турбодетандере, охлаждение до температуры около 40°С с конденсацией водяного пара, образующегося при сжигании водородного топлива (метана), что обеспечивает КПД выработки электроэнергии по потреблению тепла по низшей теплотворной способности и КИТТ, значительно превышающий 100%.

По сравнению с традиционными парогазовыми установками бинарного цикла, при работе в режиме ТЭЦ выработка тепла на единицу вырабатываемой электроэнергии увеличивается более чем на 70%, что позволяет расширить диапазон работы в системе «кодирования» при увеличении тепловой нагрузки без использования пиковых котлов. □ В отличие от всех типов энергоустановок уровень температуры низкопотенциального тепла, отводимого от конденсатора парогазовой смеси при всех сезонных тепловых нагрузках составляет 90-100°С, что наиболее подходит для обеспечения систем АБХМ горячим теплоносителем с целью получения холода без дополнительных затрат при снижении расхода тепла на нужды отопления, т.е. может работать круглогодично в режимах, близких к номинальным.

Помимо увеличения мощности газовой турбины, впрыск пара в камеру сгорания газотурбинной установки позволяет снизить содержание оксидов азота в дымовых газах газотурбинной установки до нескольких ppm (подтверждено экспериментально), т.е. делает установку экологически чистой. Помимо электроэнергии, тепла и холода, из продуктов сгорания метана производится вода, что позволяет использовать её в безводных районах.

Результаты сравнительного технико-экономического анализа.

Для энергоснабжения определенной замкнутой территории рассматриваются три альтернативных варианта:

- парогазовая установка бинарного цикла для выработки электроэнергии для собственных нужд и холода с использованием традиционных электрических кондиционеров, а для нужд отопления и горячего водоснабжения – строительство отопительной котельной;
- строительство ПГУ-ТЭЦ на базе перспективных парогазовых установок для выработки электроэнергии и тепла для нужд теплоснабжения и получения холода с использованием систем АБХМ с установкой дополнительной пиковой котельной для покрытия максимальных тепловых нагрузок;
- строительство оригинальной, специально спроектированной парогазовой установки с впрыском пара для комбинированной выработки электроэнергии и тепла для нужд теплоснабжения и холода с использованием систем АБХМ.

Для более корректного определения капитальных и эксплуатационных затрат при выборе типа ПГУ бинарного цикла использовались существующие установки.

Использовалось дробное количество установок для покрытия требуемых потребностей. В таблице 1 приведены основные данные сравниваемых альтернатив.

Таблица 1

Основные данные сравниваемых альтернатив.

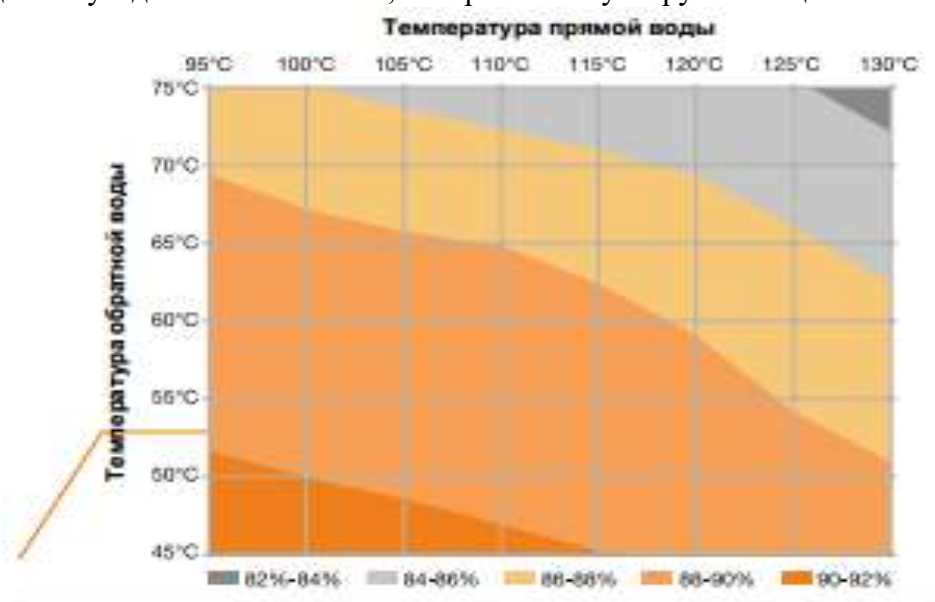
Рассмотренные варианты	ПГУ + котельная + кондиционеры	ПГУ + котельная + АБХМ	СГИ ИВТ РАН + котельная + АБХМ
Электрическая мощность, МВт			
- на общие нужды	220,0	220,0	220,0
- на производство холода	40,8		
- Всего	260,8	220,0	220,0
Тепловая мощность, МДж/с			
- в зимний максимум на нужды отопления и горячего водоснабжения	400,0	400,0	400,0
- в летний максимум, всего	96,0	273,0	273,0
в т.ч. на нужды горячего водоснабжения	96,0	96,0	96,0
в т.ч. на производство холода		177,0	177,0
Основная мощность, МВт			
- установленная мощность	230	230	70
- полезная мощность в номин. режиме	221,0	212,5	70,1
- полезная мощность в летний период	206,9	200,8	61,8
Условный расчет кол. энергоустановок	1,261	1,096	3,560
Тепловая мощность основных энергоустановок, МДж/с			
- одной установки	0	160,5	87,5
- суммарно, по всем энергоустановкам	0	175,8	311,5
Мощность котельной установки, МДж/с	400,0	224,2	88,5
Условный расчет количества	3,439	1,927	0,761
водяных скважин	405,4	364,8	305,7
	329,9	296,1	253,6
	49,1	27,5	10,9
	26,4	41,3	41,3

Таким образом, годовая экономия энергоресурсов в этом случае должна составить до 24% по сравнению с Парогазовой установкой - Теплоэлектроцентралью (ПГУ-ТЭЦ) на базе зарубежной газотурбинной установки (ГТУ) и до 38% по сравнению с вариантом раздельного производства электроэнергии на базе перспективной БПЛ КПИ 92% и холода с помощью современных электротрехцикловых кондиционеров. Предлагаемая к внедрению ПКУ ОИВТ РАН является экологически чистой, т.к. выбросы углекислого газа на 1 кВт·ч вырабатываемой электроэнергии снижаются более чем на 20-30% [2].

Решения Wärtsilä для централизованного холодоснабжения и электроснабжения. Высокая эффективность Wärtsilä на когенерационных электростанциях обеспечивает значительную экономию затрат на топливо по сравнению с другими технологиями [4,7,11].

Wärtsilä предлагает проекты, обеспечивающие максимальную эффективность и наилучшие эксплуатационные характеристики.

Автоматизированная система управления не только контролирует все внутренние процессы на самой ТЭС, но и интегрируется в существующие системы с учетом всех необходимых уведомлений и связей, которые эксплуатирует станция.



Источник: <http://www.energsovet.ru>.

Рис.2. Типичные переменные характеристики трёхгенераторной станции с двумя двигателями, вырабатывающими электроэнергию, тепло и охлаждающую воду.

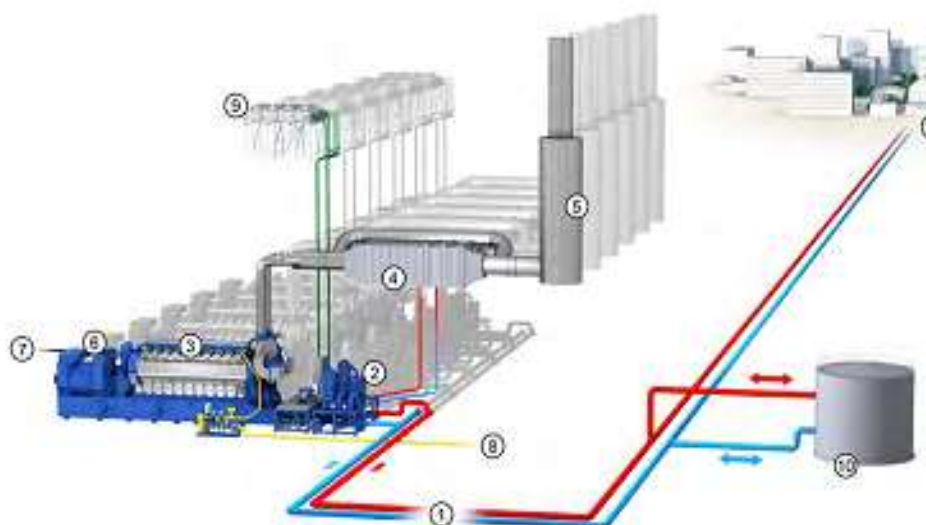
В промышленных применениях (текстильная, пищевая промышленность, нефтеперерабатывающие и перерабатывающие предприятия) производство пара может быть использовано для обеспечения технологических процессов. За счёт производства пара может быть повышена топливная эффективность. В ситуациях, когда энергосистема работает с перебоями, двигатели Wärtsilä гарантированно гарантируют надёжное энергоснабжение.

Благодаря эффективности и гибкости технологии двигателей Wärtsilä в сочетании с оптимизированными для индивидуального потребления тепловыми электростанциями, динамическая тепловая сеть может эффективно работать на рынке электроэнергии [4,7,11]. Централизованная система холодоснабжения и энергоснабжения Wärtsilä разработана для регионов с суровым климатом, где отопление не требуется, а для централизованного холодоснабжения требуются только электроэнергия и охлаждающая вода.

Такие системы могут быть рассчитаны на 50 000 тонн холода. Оптимальное решение всегда основано на точном проектировании и оценке параметров.

Потребление охлажденной воды не должно покрываться только за счет абсорбционных холодильных установок. Для покрытия пикового спроса можно использовать холодильные установки с электроприводом и/или резервуары с охлажденной водой.

Мощность (общая) 43–30%
 Керамика 23,0%
 Холодная вода (общая) = 0,4–0,7 кВт на тонну холода
 Тепло 31%
 Расход топлива 100%
 Тепло на холодильник 31%
 (Коэффициент охлаждения = 1)
 Электроэнергия 46%
 Электроэнергия на холодильную установку 0–10%
 (Коэффициент охлаждения = 5)
 Общий коэффициент полезного действия 77,0%
 Вспомогательное оборудование 1–3%.



Источник: <https://www.wartsila.com/energy>.

Рис. 3. Схема когенерационной электростанции Wärtsilä. Основное отопительное оборудование: 1. Система центрального отопления; 2. Когенерационный модуль; 3. Двигатель Wärtsilä 20V34SG; 4. Котел-утилизатор; 5. Дымовая труба; 6. Генератор; 7. Электросеть; 8. Природный газ; 9. Радиатор; 10. Теплоаккумулятор; 11. Муниципалитет.

Заклучение.

1. Проведенный анализ позволил выделить перспективные технологии, которые существенно определяют облик системы управления нового поколения в условиях цифровой трансформации.
2. Влияние тепловых электростанций, особенно для малых домохозяйств и малого бизнеса, будет возрастать в будущем, если цены на природный газ продолжат расти. Однако тепло, сбрасываемое электростанциями, работающими на биомассе, солнечной энергии, угле, дизельном топливе, других тяжелых нефтепродуктах и атомной энергии, может быть использовано для производства энергии, например, для электрогенерации и когенерации.
3. Использование систем регенерации особенно эффективно в летний период, когда на мини-ТЭС наблюдается избыток тепла. Избыток тепла обычно сбрасывается в атмосферу системой принудительного охлаждения.
4. Централизованное холодоснабжение и электроснабжение снижают потребление первичного топлива на 2/3. По сравнению с традиционными централизованными электростанциями или устанавливаемыми на кровлях холодильными компрессорными станциями с электроприводом обеспечивается экономия по затратам более 60% первичного топлива.

Список литературы

1. Фортов Е.Е. Энергетика будущего на основе прорывных технологий как основа новой энергетической цивилизации. // [Электронный ресурс]. URL:http://www.Energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.
2. Масленников В.М. Комбинированное производство электроэнергии, тепла и холода — актуальное направление в современной энергетике. // [Электронный ресурс]. URL:http://www.Energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.
3. Кому и зачем нужно комбинированное производство энергии // [Электронный ресурс]. URL:<https://www.eprussia.ru/teploenergetika/10/142.htm>.
4. Микросхемы комбинированной теплоэлектрогенерации. [Электронный ресурс]. URL:https://global.kawasaki.com/ru/energy/solutions/distributed_power/index.html.
5. Кудрин Б.И., В.С. Кожиченков. Новые тенденции в технологиях тригенерации // Портал теплоснабжения RosTeplo.ru. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energsovet.ru>.
6. Когенерационные установки на базе двигателей внутреннего сгорания <http://www.energo>
7. [sovet.ru/entech.php?idd=97](http://www.energo).
8. Когенерационные установки на базе парогазовых систем. <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=96>.
9. Теплогенерация <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=98>.
10. Централизованное холодоснабжение при когенерации <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=99>.
11. Жалилов Р.Б. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях перехода к «зеленой» экономике. Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Эффективность применения инновационных технологий в сельском и водном хозяйстве». Бухоро, “TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti. 2024 y, p.p.188-196.
12. Wärtsilä лидирует в переходе к 100% возобновляемой энергетике будущего. <https://www.wartsila.com/energy>.
13. Rashid Jalilov, Sharipova N.O. Implementation hydrogen fuel cells as an innovative technology in energetics during of the transition to a green economics. International scientific and practical conference on the topic «Actual problems and solutions of green economy and sustainable development». Бухоро, Бух ДТУ, 2025. 478-481 b.
14. Jalilov R.B., Sharipova N.O. Application of combined-cycle plants with hydrogen fuel cells as an innovative technology in energetics during of the transition to a green economics. International scientific and practical conference on the topic «Actual problems and solutions of green economy and sustainable development». Бухоро, Бух ДТУ, 2025. 475-478 b.
15. Jalilov R.B., Nigora Sharipova. Prospects for combined production of electric energy, heat and cold – a current direction in energetics in the conditions of the transition to a green economics. E3S Web of Conferences **524**, 0100 (2024) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452401006> APEC-VII-2024.

Жалилов Рашид Бабакулович – Бухарский государственный технический университет, д.т.н., проф. кафедры «Электрическая ва энергетическая инженерия» Тел: (+998 90) 636-62-73. E-mail: zhalilov.rashid@mail.ru.

Шарипова Нигора Олим кизи – Бухарский государственный технический университет, преподаватель стажёр кафедры «Электрическая ва энергетическая инженерия» Тел: (+998 91) 637-08-80. E-mail: nigorasharipova0010@gmail.com.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ,
ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ**

БУХОРО ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

**Бухоро давлат техника университети нашри
“ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ”**

Илмий-техникавий журнал

2025 йил, 6-сон. ISSN 1281-8193

Журнал таҳририят компютерида саҳифаланди.

Манзил: 200117, Бухоро ш., Қ.Муртазоев кўчаси 15.

Тел: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издатель: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 6, 2025. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 6, 2025. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>