

FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI

1
2026

Tahririyat hay'ati raisi:
SIDDIQOVA S.G'. –
Buxoro davlat texnika universiteti rektori

Muovini:
NIZAMOV A.B. –
BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori
Tahrir hay'ati:

MUQIMOV K.M. – O'zR FA akademigi (O'zMU)
JALILOV A.T. – O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)
NEGMATOV S.N. – O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)
BAHODIROV G'.A. – t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi
XAMIDOV O.X. – iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)
JALILOV T.K. – iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)
PARDAYEVA M.D. – BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)
XOJIYEV A.X. – o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)
SAIDOV S.B. – Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori
QURBONOV J.M. – texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)
ADIZOV B.Z. – texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI
ASTANOV S.X. – fizika-matematika fanlari doktori, professor
RAXMONOV X.Q. – texnika fanlari doktori, professor
VOXIDOV M.M. – texnika fanlari doktori, professor
JO'RAYEV X.F. – texnika fanlari doktori, professor
SADULLAYEV N.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOV Q.X. – texnika fanlari doktori, professor
FOZILOV S.F. – texnika fanlari doktori, professor
ISABAYEV I.B. – texnika fanlari doktori, professor
ABDURAHMONOV O.R. – texnika fanlari doktori, professor
GAFUROV K.X. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
XAYDAROV A.A. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
JO'RAYEV F.O'. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MURADOVA F.R. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
JUMAYEV M.R. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
YUNUSOVA G.S. – falsafa fanlari doktori (DSc), professor
BOBOYEV A.Ch. – iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
TO'XTAYEVA Z.Sh. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.J. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
HAYITOV R.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOZOROV G'.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOLTAYEV Z.I. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
OLTIYEV A.T. – texnika fanlari doktori, (DSc)
JALILOV R.B. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.I. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOVA N.Q. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
AXMEDOV V.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV R.A. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
PULATOVA M.I. – fizika-matematika fanlari nomzodi, professor
RAHMATOV Sh.A. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
OCHILOV A.R. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
O'RINOV U.A. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
PO'LATOVA S.U. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
SAMIYEVA Sh.X. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
TESHAYEV M.X. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
XAITOV V.U. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
XOJIYEV Sh.M. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
XAYITOV Sh.N. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
ZOIROV E.X. – falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent
NARZIYEV M.S. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
NAMAZOVA N.J. – iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD), dotsent

Bosh muharrir: DO'STOV H.B. – kimyo fanlari doktori, professor

Muharrirlar: Artikova M.M., Istamova G.X.
Musahhih: Barakayeva D.F.

FAN VA TEXNOLOGIYALAR
TARAQQIYOTI
ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL

DEVELOPMENT OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan

Muassis:
Buxoro davlat texnika universiteti

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.

Tahririyat manzili:
200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti
Tel: 0(365) 223-92-40
Faks: 0(365) 223-78-84
E-mail: fannt_jurnal@umail.uz

Jurnalning to'liq elektron varianti bilan <http://journal.bstu.uz> sayti orqali tanishish mumkin.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.

MUNDARIJA – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JIHOZLAR	
Normayev Q.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Jalg'asova G.S. Burg'ilash mashinalari va ularning mexanizmlarini samarali qayta tiklash texnologiyalari.	5
Azamjonov R.S. Eksploatatsiyadagi avtoyo'l ko'priklarining yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish usulini takomillashtirish	11
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg'ulash eritmasidan markazdan qochma separator yordamida yengillashtirilgan eritma tayyorlash texnologiyasi	15
Джураев Х.Ф., Ўктамова Ш.Х. Ковок уруғи қобиғининг синдириш кучларини аниқлаш методикаси	20
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.	24
Jo'rayev F.O'., Jo'rayev A.A., Saidova G.K. Uneversal qurilmaning yumshatuvchi ish oraganining parametrlarini uning ish ko'rsitkichlariga ta'siri.	27
Авлиякулов Н.Н. Достижение качества измерительных процессов при метрологическом обеспечении производства	32
Do'stov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A. Suvlangan gaz quduqlarini qayta ishga tushirish texnologiyasini takomillashtirish tahlili.	36
KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR	
Toshboyev S.O'., Panoyev E.R., Hasanov Z.Z. Gazlarni tozalashda qo'llaniluvchi absorbentlarning tavsifi va unda hosil bo'ladigan ko'piklanish sabablari.	43
Умаров С.Х., Рустамов В.Дж., Халлоков Ф.К., Ходжаев У.О., Нарзуллаева З.М. Механизм отрицательной фотопроводимости в TiGaSe ₂	47
Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Маҳаллий иккиламчи хом ашё – куйи молекулали полиэтиленни оксидлаб синтетик юқори ёғ кислоталари олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари.	52
Абдирахимов И.Э. Способы предотвращения образования гидрата при переработке газов.	57
Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jo'raxanov D.M. Anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta'siri va uni quyoshli issiqlik tizimi orqali ta'minlash.	61
Abdirakhimov I.E. Anticorrosion properties of copper phosphide.	66
Norqulov J.F., Ibodullayev M.X., Abduraxmonov O.R., Kodirov O.Sh. Amin eritmalarini issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash jarayonini modellashtirish.	72
Абдирахимов И.Э., Буранов Ф.Э., Курбанов А.Т. Исследование технологических параметров, рекомендованных для синтеза этилена из метана.	79
Rahimov B.R. Yuqori qatronli neftlarning qovushqoqligini pasaytiruvchi depresantlar kompozitsiyasini ishlab chiqish.	86
Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С. Определение концентрации диэтанолamina титриметрическим методом	91
Rahimov B.R. Qoldiq neftlarni olishda chuqurlik nasos qurilmasini takomillashtirishning dolzarb muamolari.	96
Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh. Tabiiy gazning tarkibidagi zaharli komponentlarni aminlar yordamida tozalash jarayonlari.	100

MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA	
Bafoyev D.X. Detallar sirtini plastik deformatsiyalash va bir tekis mikrorelefnı shakllantirish	107
Majitov J.A. Bioreaktor devorining turli sirtlarida issiqlik berish koeffitsiyentlarini hisoblash va tahlil etish.	112
Azamov S.S. Uch fazali tok o'zgartkichlari yordamida asinxron motorlarni himoya qilish tizimi tatqiq etish.	118
Maxmudov M.I., Qo'shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O. Quyosh panellarining samaradorligiga changlanganlikning ta'sirini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar tahlili.	122
Атауллаев А.О. Исследование и разработка виброустойчивых инклинометрических преобразователей для систем контроля и управления.	128
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Tojlanish jarayonining yuqori kuchlanishli havo liniyalaridagi quvvat yo'qotishlariga ta'sirini baholash.	135
Murodov K.J. Ko'p qavatli binolarning vertikal chiqindi quvurlaridagi suyuqlik oqimlaridan elektr energiya hosil qilish.	141
Xamroyev X.X. Mexanik ishlov berishda sirt qatlamining mexanik xususiyatlari.	145
Tojimurodov D.D. Asinxron motorlarni nosimmetrik rejimlari.	149
Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., To'xtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F. O'zbekistonda quyosh sovitish tizimlari va ularning texnik imkoniyatlari.	154
INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR	
Babomuradov O.J., Kuyliyeva F.A. Statistical analysis of social network messages.	163
Madaminov U.A., Qodirov D.R. Katta hajmli ma'lumotni parallel qayta ishlashda Hadoop MapReduce tizimini qo'llash.	168
Каххоров М.М. Моделирование ветровой турбины типа Дарье и обоснование её параметров в системе Ansys Fluent.	173
Maxmudov M.Sh. Relief morfometrik ko'rsatkichlari asosida marshrutlashning model va algoritmlari.	179
OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI	
Ravshanov S.S., Botirov M.Sh., Ergashev A.M., Mirzaev J.D., Shodmonqulova Q. Quruq iqlimda yetishtirilgan bug'doy donini ochiq omborlarda saqlashning mahsulot xossalariga ta'siri.	184
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini infraqizil nurlar yordamida jadallashtirish.	187
Шарипов Н.З. Интенсификация процесса получения масла из ядра косточек вишни в поле сверхвысокочастотного тока.	190
Баракаев Н.Р., Шукуров Ю.У. Мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритишнинг илмий асослари.	194
Ibragimov R.R., Sharipov N.Z. Bodringni konservalash jarayonida noan'anaviy usulda issiqlik ishlov berish jarayonini nazariy asoslari.	199
Kuliyev N.Sh. Meva va sabzavot sharbatlarini ko'pirtirishda ko'pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlarining dinamikasi.	203
Мухамедова М.Э. Разработка рецептуры диабетических сдобных сухарей с использованием синергии растительных компонентов.	209
Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х. Исследование показателей качества местных сортов овощной продукции длительного хранения.	220

Файзиев А.А., Ахмедов В.Н., Кедельбаев Б.Ш. Технология приготовления натурального мясного полуфабриката ферментированного бифштекса	227
TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI	
Ramazonov S.S., Ismoyilov F.B. Tola sifatini yaxshilash va tozalash maqsadida jinlash mashinasini ishchi qismlarini takomillashtirish.	233
Muxitdinova M.A., Bebutova N.N. Milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi: O‘zbek libos dizaynida yangi yo‘nalishlar.	237
Nematova L.X., Qodirova D.X. Yoshi katta ayollar fe‘l atvori belgilari bo‘yicha iste’molchilarning tipologik xususiyatlarini aniqlash.	242
Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B. Tikuv mashinasining tahlama qurilmadagi taxlam hosil qilishda takomillashgan tahlam berishdagi tishlarini turli ko‘rinishda choklarga ta’siri.	246
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Холиқов К.М., Мукимов М.М. Исиклик сақлаш хусусияти юкори бўлган трикотаж тўкималарининг физик-механик кўрсаткичлари тадқиқи . . .	251
Shodmonova M.S. Elastikligi yuqori bo‘lgan polimer kompozitsiya olish usulini ishlab chiqish	258
Садуллаева Д.А. Современные материалы: Хан-атлас – традиция и инновация.	261
Джурраев А., Росулов Р.Х., Пардаев Б.Ч., Имомназаров М.С. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагичнинг самарали конструкцияси.	267
Aliyev Sh.B. Tikuv mashinasining tishli reykasini lazer nuri yordamida termik ishlov berishning matematik modeli.	270
Musayev S.S., Qodirov T.J. Reseptura ko‘rsatkichlarining poliolefin va etilenpropilen kau-chugi asosidagi poyabzal kompozitsiyalarining iste’mol va texnologik xususiyatlariga ta’siri.	275
Amonov A.R., Muxammedjanov M.M. Tikuv mashinasi qavariq rezinali vtulkali qayishqoq tayanchlarga o‘rnatilgan bosh vali tebranish amplitudasi tahlili.	281
Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch. Arrali jinlar konstruksiyasi, asosiy ishchi organlari, ishlash jarayoni.	284
Muxammedova M.O., Axmedov J.J. O‘smirlar uchun soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish.	286
Temirova G.I., Shodmonova M.S. Polimer kompozitsiya asosida ko‘p qatlamli mo‘ynali paketlar tayyorlash texnologiyasi.	291
Saidova X.X., Murodova Z., Ulugova N. 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash.	295
Kuliyeva D.R. Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim turini tanlash va konstruksiyasini ishlab chiqish	299
Sharipov J.O., Sayitqulov S.O., Begmurodov A.F. Detallarni yeyilishi va korroziyalanishiga asosiy sabablar hamda ulardan himoyalaniish.	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A. Turli o‘rilishli ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarning mexanik va deformatsion xususiyatlarining o‘zgarishi.	309
Sayitqulov S.O., Razzoqov R.R. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinasining yangi konstruksiyasini ishlab chiqish.	314
Qodirova S.X. Ayollar ustki liboslari bo‘yicha istiqbolli moda yo‘nalishlarini tahlil qilish	318
Каримова Н.Х. Оценка свойств двухслойных трикотажных тканей на основе структурного и механического анализа противостойчивости к трению и разрывного удлинения . . .	322
Maxmudova X.M. Paxta quritishning ahamiyatliligi va undagi texnik muammolar.	326
Behbudov Sh.H., Samadova M.O. Ip va matoga ta’sir etuvchi tashqi kuchlar asosida tikuv mashinasi bo‘g‘inlarining harakat tenglamalarini tahlil qilish.	332

Шопулатов А.А., Райимкулов Ж.К., Бердимуратов У.Т., Росулов Р.Х. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозикчали-планкали барабан планкаларининг таъсири	336
Sultonov M.M., Aloxodjayev A.M., Mirzaaxmedova D.Yu. Takomillashtirilgan tozalash qurilmasining texnologik parametrlarini tadqiq qilish.	340
Azimova G.A., Shokirov L.B. Mahalliy xomashyolarga asoslangan yarim jun to‘qimalar ishlab chiqishning dolzarb masalalari.	350
Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H. Turli xomashyoli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘ratkichlarini kompleks baholash.	354
ANIQ VA IJTIMOIIY-IQTISODIY FANLAR	
Mannonov Y.O. Kitobxonlik madaniyatini oshirishning ayrim masalalari.	360
Мухамадиев Б.Т, Мухамадиева З.Б., Джамалов С.Ш. Значение сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья	363
Xakimova M.Y. Elektron kutubxonani yaratishda zamonaviy dasturiy-texnik ta’minot	372
Шарипов М.З., Назаров Э.С., Зокирова З.М., Иброхимова С.Ш., Муминов Ш.Х. Структура и свойства одномерных микромагнитных конфигураций в ферромагнитных кристаллах.	375
EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI	
Мамедов Р.А., Жамолов Ж.Ж. Оценка низконапорного гидроэнергетического потенциала водозаборных сооружений и ирригационных каналов.	381
Мамедов Р.А. Исследование зависимости выхода водорода от термохимических характеристик электролита в процессе электролиза.	391

6. Махсудов М.Т., Анарбаев М.А., Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока для управления источниками реактивной мощности // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 3(60). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7095>
7. I.Kh. Siddikov, A.B.Abubakirov, A.A. Yuldashev, G.Z. Babaxova, I.M. Xonturaev, N.N. Mirzoev. «Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power». European science review, Scientific journal. No 1–2. Austria, Vienna. 2018. 248-251 p.
8. I.Petrova, V. Zaripova, Yu. Lezhnina, I.Kh.Siddikov. Automated system for synthesis of sensors for smart cities. XXII International Scientific Conference on Advanced In Civil Engineering “CONSTRUCTION THE FORMATION OF LIVING ENVIRONMENT”, Tashkent, Uzbekistan, 18-21 April, 2019 E3S Web of Conferences eISSN: 2267-1242. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.85067281218&origin=resultslist>
9. Сиддиков И. Х., Анарбаев М. А., Махсудов М. Т. Преобразователи сигнала величины тока для систем управления источниками реактивной мощности // Инженерно- строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2018. № 1 (23). С. 53–56.

QUYOSH PANELLARINING SAMARADORLIGIGA CHANGLANGANLIKNING TA’SIRINI O’RGANISH BO’YICHA ILMIY TADQIQOTLAR TAHLILI

Maxmudov M.I., Qo’shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada changning quyosh panellarining samaradorligiga ta’sirini o’rganish bo’yicha tadqiqotlarning hozirgi holatida o’rganilgan. Changlanganlikning quyosh panellari samaradorligiga ta’siri bo’yicha olib borilgan ilmiy izlanishlarning yangilik va kamchiliklariga baho berilgan. Turli iqlim sharoitlarida va turli mintaqalarda olib borilgan kuzatishlar natijalari jamlangan. Ushbu maqolada nafaqat changlanganlik balki quyosh panellari samaradorligiga salbiy ta’sir qiluvchi bir qator qo’shimcha omillar ham yoritib berilgan. Bugunga qadar olib borilgan ilmiy izlanishlar yillar kesimida taqsimlangan holatda yoritilgan. Ish yakunida quyosh panellari sirtini tozalash bo’yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so’zlar: quyosh panellari, changlanganlik, energiya samaradorligi, tozalash tizimlari

A REVIEW OF RESEARCH STUDIES INVESTIGATING THE IMPACT OF DUST DEPOSITION ON THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS.

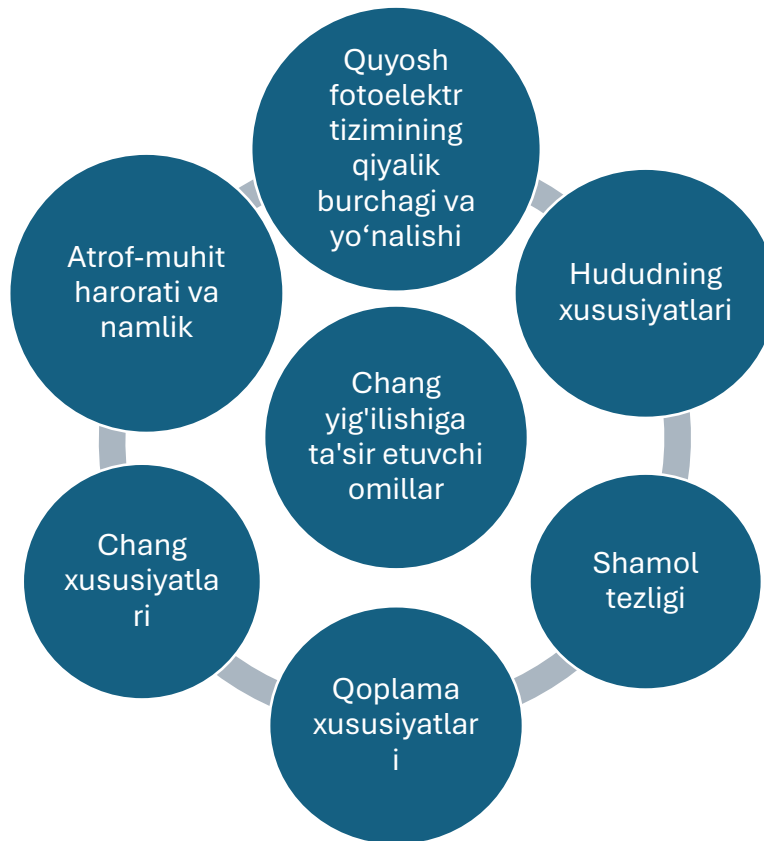
Makhmudov M.I., Kushshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O.

Bukhara state technical university.

Abstract. This article reviews the current state of research on the impact of dust on the efficiency of solar panels. The novelties and shortcomings of scientific research on the impact of dust on the efficiency of solar panels are assessed. The results of observations conducted in different climatic conditions and in different regions are summarized. This article covers not only dust, but also a number of additional factors that negatively affect the efficiency of solar panels. Scientific research conducted to date is presented in a distributed manner over the years. At the end of the work, recommendations are given for cleaning the surface of solar panels.

Keywords: solar panels, pollution, energy efficiency, cleaning systems

Kirish. Changning cho’kishi murakkab hodisa bo’lib, turli atrof-muhit va ob-havo sharoitlariga bog’liq. Chang odatda diametri 100 mikrometrdan kichik bo’lgan qattiq zarrachalarga nisbatan qo’llaniladigan atamadir. Bu atmosferada shamol tomonidan ko’tarilgan chang, piyodalar va transport vositalari harakati, vulqon otilishi va ifloslanish kabi turli manbalardan kelib chiqadi. Ushbu maqolada har doim mavjud bo’lgan, atmosferada osongina tarqaladigan va cho’kadigan kichik gulchanglar, shu jumladan, zamburug’lar, bakteriyalar va o’simliklar va mikrofiberlar, kiyim, gilam, choyshab va boshqalar kabi matolardan ham chang sifatida qaraladi. Quyosh panellari sirtida chang yelishiga ta’sir etuvchi omillar 1-chizmada keltirilgan.



1-chizma. Quyosh panellari sirtida chang yilishiga ta'sir etuvchi omillar

Quyosh panellari sirtida changning o'rinishi bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Tadqiqotlarni ularning mazmuniga ko'ra uch bosqichga ajratish mumkin: 1-bosqich: 1940–1990 yillar – changning quyosh tizimi samaradorligiga ta'sirini, xususan, panelning qiyalik burchagi va qoplamasi kabi xususiyatlar asosida o'rganishga qaratilgan; 2-bosqich: 1990 – 2010 yillar – chang to'planishini yanada keng qamrovli va aniqroq tajribaviy tekshiruvlar asosida tadqiq qilishga qaratilgan; 3-bosqich: 2010 – yildan hozirgi kungacha – chang to'planishi borasida olib borilgan tadqiqotlarni umumlashtirib changni aniqlovchi va tozalovchi qurilmalar ishlab chiqish bilan tavsiflanadi. Quyosh panellari sirtida chang yig'ilishining asosiy sabablari 1-jadvalda keltirilgan.

Hottel va Woertz changning quyosh tizimlariga ta'sirini o'rganish sohasidagi ilk tadqiqotchilardan biri bo'lib, 1940-yilda olib borilgan tajribalar natijasida kollektor samaradorligida 1–4,7% pasayish qayd etgan va 45° qiyalikdagi shisha uchun 0,99 korreksiya koeffitsiyentini taklif etgan. Keyinchalik Garg Hindistonda shisha va plastik qoplamalar bo'yicha olib borgan tadqiqotida gorizonta yuzalar vertikalarga nisbatan ko'proq chang yig'ishini aniqlab, 0,92 koeffitsiyentni tavsiya qilgan hamda 45° qiyalikda o'tkazuvchanlikning faqat 8% ga kamayishini ko'rsatgan. Shuningdek, plastik materiallarning elektrostatik xususiyatlari tufayli ular ko'proq chang yig'ishi aniqlangan. Salim va hammualliflar Saudiya Arabistonida uzoq muddatli kuzatuvlar asosida quyosh panellari samaradorligi chang yig'ilishi sababli 8 oyda 32% ga kamayishini aniqlagan. Xuddi shunday, Wakim Quvaytda olib borgan tadqiqotida atigi 6 kunda qum yig'ilishi natijasida quvvatning 17% ga pasayishini qayd etgan hamda chang ta'siri bahor va yozda kuz-qish mavsumiga nisbatan kuchliroq ekanini ko'rsatgan [1].

Nahar va Gupta Hindistonning Thar cho'lida olib borgan tadqiqotida qiyalik ortishi bilan chang yig'ilishi kamayishini tasdiqlagan. Shisha uchun o'tkazuvchanlik pasayishi 0°, 45° va 90° qiyaliklarda mos ravishda 19,17%, 13,81% va 5,67% ni, akril uchun esa 23%, 13,98% va 8,29% ni tashkil qilgan. Garg o'z tadqiqotlarida shuni aniqladiki, shishada chang yig'ilishi PVC va akrilga nisbatan kamroq bo'ladi. Shu bilan birga, chang-to'zonlarda o'tkazuvchanlik keskin pasaygani qayd etilgan va cho'l sharoitida panellarni kunlik tozalash tavsiya etilgan [2].

I-bosqich tadqiqotlarida chang yig'ilishi bo'yicha ko'plab natijalar metodologiyadagi noaniqlik va chalg'ituvchi jihatlar bilan tavsiflangan. Asosiy kamchiliklar tajriba davomida chang ifloslanishi darajasi va tarkibi deyarli o'lchanmaganligi, shamol tezligi va yo'nalishi hamda panel oriyentatsiyasi omillari hisobga olinmaganligi, tozalangan va changlangan panellarning o'lchovlari turli kunlarda amalga oshirilganligi, changning turi, tarkibi, zarracha o'lchami va yig'ilish tezligi kabi xususiyatlar yetarlicha o'rganilmaganligi kabilardan iborat.

1990-yillardan keyingi tadqiqotlar chang yig'ilishi va uning quyosh panellari samaradorligiga ta'sirini yanada integrallashgan yondashuv hamda tajriba metodologiyasining takomillashuvi bilan tavsiflanib, natijalarning ishonchliligi va aniqligini oshirdi.

El-Shobokshy va Hussein changning quyosh panellari samaradorligiga ta'siri bo'yicha kompleks tadqiqot olib borgan dastlabki olimlar sifatida e'tirof etiladi. Sun'iy chang shu jumladan, ohaktosh, sement va uglerod zarrachalari va galogen lampalar yordamida o'tkazilgan tajribalar sement changi 73 g/m^2 miqdorda to'planganda paneldagi qisqa tutashuv kuchlanishini 80% ga, 250 g/m^2 atmosferadagi chang esa qisqa tutashuv tokini 82% ga kamaytirishini ko'rsatdi. Ayniqsa, nozik uglerod zarrachalari eng salbiy ta'sir ko'rsatgan. Tadqiqot xulosasiga ko'ra, bir xil chang turida mayda zarrachalar yirik zarrachalarga nisbatan samaradorlikni kuchliroq pasaytiradi [3].

Goossens va hammualliflar shamol tezligi va quyosh panellari joylashuvining chang yig'ilishiga ta'sirini shamol tunnelida modellashirish hamda Negev cho'lida dala tajribalari asosida o'rganan. Natijalar shamol tezligi oshishi bilan umumiy chang yig'ilishi ortishini, biroq yerga nisbatan balandlikda yig'ilish kamayishini ko'rsatgan. Kuchli g'arbiy shamollarda chang asosan tushdan keyin va kechqurun, janubi-g'arbiy shamollarda esa faqat kechqurun ko'proq to'plangan. Dala tajribalarida eng katta chang yig'ilishi quyosh panellarda, eng kami esa g'arbiy oynalarda kuzatilgan; chang-to'zonlarda kunduzi chang panellarda, kechasi esa sharqiy oynalarda ko'proq yig'ilgani aniqlangan [4].

Changning shisha o'tkazuvchanligiga ta'sirini yanada chuqurroq o'rganish maqsadida Hegazy Misning Minia shahrida subtropik iqlim sharoitida bir yil davom etgan tajriba o'tkazdi. Tajribada 3 mm qalinlikdagi va $0,09 \text{ m}^2$ yuzaga ega 9 ta kvadrat shisha plastinkadan foydalanildi: ulardan biri toza holda nazorat sifatida, qolganlari esa janubga qaragan va turli qiyalik burchaklarida joylashtirildi. Oylik chang yig'ilishi asosida o'tkazuvchanlik kamayishini ifodalash uchun tajriba natijalariga nisbiy regressiya qo'llanildi va quyidagi tenglama ishlab chiqildi:

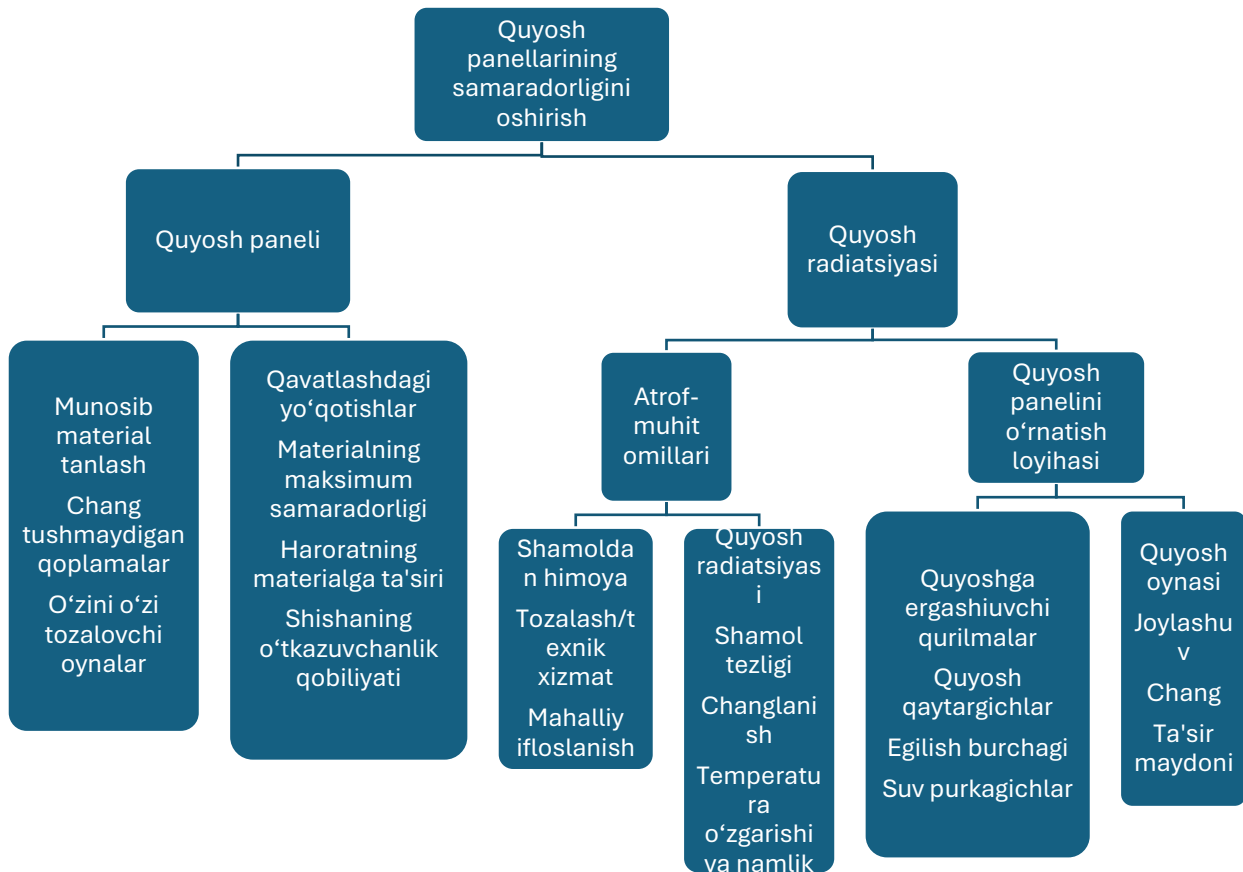
$$1 - \frac{t}{t_{toza}} (\%) = 34.37 \operatorname{erf} (0.17v^{0.8473})$$

bu yerda: v —chang massasi (g/m^2), $\operatorname{erf}(x)$ esa Gauss xatosi funksiyasini bildiradi.

Tadqiqot shuningdek, qiyalik burchagi 30° dan kam bo'lgan shishalarda chang yig'ilishi (va natijada o'tkazuvchanlikning kamayishi) asosan hudud iqlimiga bog'liq ekanini ko'rsatdi. Ishlab chiqilgan empirik bog'lanish $\pm 6\%$ aniqlikka ega bo'lib, ma'lum qiyalik burchagi va atmosfera ta'sirida qolish muddati (kunlar) uchun shishaning o'tkazuvchanlikdagi kamayishini hisoblash imkonini beradi. Natijalar Atlantika okeanidan Fors ko'rfazigacha bo'lgan mintaqalarda kichik qiyalik burchaklari uchun qo'llash mumkin, o'rtacha changlanish sharoitida haftalik tozalashni va chang yoki qum bo'ronidan so'ng esa darhol tozalashni tavsiya qiladi [5]. Quyosh panellarining samaradorligini oshishga qaratilgan usullar 2-chizmada keltirilgan.

II-bosqich tadqiqotlar quyosh panellari samaradorligiga changning ta'sirini o'rganishda 1-bosqichga nisbatan ancha chuqurroq yondashuvni qamrab olgan. Ushbu tadqiqotlarda chang yig'ilishi va uning oqibatlarini belgilovchi turli parametrlarni kengroq tahlil qilingan. Shu paytgacha olingan natijalar quyosh panellari tizimlarini ishonchli tarzda qo'llashda bunday izlanishlarning ahamiyatini tasdiqladi. Biroq, bir qancha muhim cheklovlar hanuz to'liq bartaraf etilmagan. Bular: tabiiy changning optik, o'lcham, shakl va elektrostatik cho'kish xatti-harakati kabi xususiyatlari batafsil tavsiflanishi kerak; changning biologik va elektro-kimyoviy xususiyatlari turli ekologik sharoitlarda qanday ta'sir ko'rsatishini o'rganish zarur; optimallashtirish tadqiqotlari

turli geografik va iqlimiy hududlarda quyosh energiyasidan maksimal foydalanish, shamol oqimlari va chang yig'ilishini minimal darajaga tushirishni hisobga olishi lozim; matematik modellar chang zarrachalarini mukammal sfera shaklida deb faraz qilmay, ularning haqiqiy geometriyasini ham hisobga olish kerak.



2-chizma. Quyosh panellarining samaradorligini oshirish usullari.

So'nggi yillarda bir qancha tadqiqotlar quyosh panellari modullari yuzasida chang va boshqa ifloslanishlar ularning samaradorligini sezilarli darajada pasaytirishini ko'rsatgan. Ayniqsa, chang bo'ronlari kabi yuqori darajadagi ifloslanish sharoitlari quyosh panellari generatorlarining umumiy energiya ishlab chiqarishining kamayishiga olib keladi. Chunki qum donachalari quyosh nurlarining quyosh panellari yuzasiga yetib borishini cheklaydi. Chang zarralari yorug'likni qaytaradi va yutadi, natijada tizim samaradorligi pasayadi. Shuningdek, changlanish darajasi, murakkabligi va tezligi turli hududlarda farq qiladi. Bunday jarayonlarni baholash va kuzatish uchun bir nechta usullar mavjud. Bularga misol sifatida tasvir tahliliga asoslangan changlanish sensori (SIA), optik o'lchov asosidagi changlanish sensori (OSM) hamda maxsus chang monitoring stansiyalari mavjud. 10 haftalik tadqiqot davomida Gholami va boshqalar shuni aniqladiki, Tehronda ochiq havoda chang to'planishi samaradorlikka kuchli ta'sir ko'rsatgan. Xususan, 6.086 g/m^2 chang qatlami umumiy quvvat samaradorligini 21.47 % ga kamaytirgan. Shuningdek, qumli va qurg'oqchil hududlarda quyosh panellari tizimlarining ishlashi alohida o'rganilgan. Masalan, BAA ning Sharja shahrida olib borilgan tadqiqotlar 5.44 g/m^2 qum zarrachalari 6 oy ichida quyosh panellari tizimlari maksimal quvvatini 12.7 % ga kamaytirishini ko'rsatgan. Wan Juzaili Jamil va hammualliflari yuqori namlik chang yig'ilishining asosiy sababi ekanligini ko'rsatib, changning kun davomida chiziqli ravishda to'planmasligini aniqlashgan. Malayziyada 6 oy davomida o'tkazilgan tajriba shuni ko'rsatdiki, toza quyosh panellari modulining umumiy energiya hosili $854.41 \text{ kVt}\cdot\text{soatni}$,

chang bosgan modulniki esa 842.80 kVt·soatni tashkil qilgan. Ikki modul orasidagi o'rtacha kunlik farq 0.05 kVt·soatni tashkil etgan [6].

Changning quyosh panellarga ta'siri bo'yicha mavjud tadqiqotlar sanoat changlarini ham o'rgangan. Masalan, o'g'it, gips, maydalangan tosh va ko'mir changi. Tanzaniya tropik iqlimida o'tkazilgan tajriba shuni ko'rsatdiki, ko'mir changi eng katta ta'sir ko'rsatgan va samaradorlikni 64 % ga kamaytirgan. Gips va organik o'g'itning ta'siri esa taxminan 30 % ni tashkil etgan. Iroqda o'tkazilgan tadqiqotda qurilish changining uch turi — sement, gips va boraks — quyosh panellari tizimlarining elektr samaradorligiga ta'siri o'rganilgan. Natijada, gips quvvat va samaradorlikka eng kuchli ta'sir ko'rsatgani, boraks esa kuchlanishga sezilarli darajada ta'sir qilgani aniqlangan. Iroqda olib borilgan boshqa tadqiqotda uchta quyosh panellari modul ochiq havoda saqlanib, chang to'planishi va uning tizim ishlashiga ta'siri baholangan. Chang va kir namunalarining tahliliga ko'ra, transport vositalari va generatorlar chiqindilaridan kelib chiqqan uglevodorod zarrachalari yuqori darajada aniqlangan. Umonda tadqiqotchilar uch oy davomida yig'ilgan olti turdagi chang namunalarini o'rganib, quyosh panellari samaradorligini baholashgan. Natijalarga ko'ra, chang zarrachalarining 64 % ini 2–6 μm diapazondagi zarrachalar tashkil etgan bo'lib, ular samaradorlikni atigi 0,05 % ga kamaytirgan. Bu ko'rsatkich qo'shni Iroqdagi natijalarga nisbatan ancha past. Masalan, Bag'dod shahrida chang zarrachalari hajmi 2–62 μm bo'lgan kremniy va 0,5–2 μm diapazondagi gil zarrachalari qayd etilgan [7].

1-jadval.

Turli iqlim sharoitlarida chang to'planishining quyosh panellari tizimlari samaradorligiga ta'sirini kamaytirish uchun optimal tozalash sikllarini ishlab chiqishga qaratilgan yondashuvlar.

1-guruh. Past kenglikdagi iqlim zonalari: nam, nam-quruq va quruq tropik iqlimlar

Iqlim turi	Sharoitlar	Tavsiya etilgan tozalash sikli
Nam tropik	20–34 °C, yog'in >250 sm	Quruq davrlarda haftada 1 marta, yog'in ko'p bo'lsa kamroq.
Nam–quruq tropik	20–30 °C, yog'in >150 sm	O'rtacha changda haftalik, kuchli changda har kuni.
Quruq tropik (cho'l hududlari)	20–49 °C, yog'in ~15 sm	Kamida haftada 1 marta, bo'rondan keyin darhol.

2-guruh. O'rta kenglikdagi iqlim zonalari: dasht, O'rta Yer dengizi, o'tloq

Iqlim turi	Sharoitlar	Tavsiya etilgan tozalash sikli
Dasht iqlimi	–4 dan 40 °C, yog'in 10–50 sm	Baland tilt bo'lsa – haftalik, past tilt bo'lsa – tez-tez.
O'rta Yer dengizi	10–40 °C, yog'in ~42 sm	1–2 haftada bir, sanoat yaqinida bo'lsa – har kuni.
O'tloq (grassland)	–4 dan 22 °C, yog'in ~81 sm	Haftalik yoki ikki haftalik, chang ko'p bo'lsa haftalik.

3-guruh. Yuqori kenglikdagi iqlim zonalari: tayga va tundra

Iqlim turi	Sharoitlar	Tavsiya etilgan tozalash sikli
Tayga iqlimi	–22 dan 16 °C, yog'in ~31 sm	Haftalik chang tozalash, qor bo'lsa tez-tez.
Tundra iqlimi	–22 dan 6 °C, yog'in ~20 sm	Haftalik chang tozalash, qor bo'lsa darhol.

Shu asosda, quyosh energiyasini elektrga aylantirish uchun mo'ljallangan qurilmalardan mayda zarrachalar va chang donalarini samarali tozalash bo'yicha rivojlangan tadqiqotlar davom etmoqda. Biroq, ishonchli va optimal tozalash texnologiyalarini joriy etish hanuz katta muammo bo'lib qolmoqda. To'plangan chang va qum donalarining ta'siri ma'lum atrof-muhit omillari va sharoitlari bilan chambarchas bog'liq. Amaliyotda esa tozalash ishlari asosan chang darajasini oddiy kuzatish va quyosh panellari tizimining quvvat chiqishi pasayishini tahlil qilish orqali rejalashtiriladi.

Masalan, Elektrodinamik qalqon (EDS) texnologiyasi va o'zini-o'zi tozalovchi qoplamalar quyosh panellaridan chang zarralarini tozalashda keng qo'llanmoqda. Ushbu usulda elektrodinamik, optik uzatish va elektrod parametrlariga asoslangan changni yo'qotish mexanizmlari aniqlangan. Biroq, bu usul changni tozalash tezligiga sezgir emasligi bilan cheklangan hamda matematik modellashtirishni qamrab olmaydi. Shu bilan birga, yangi va robotlashtirilgan tozalash texnologiyalari yuqori samaradorlik va mustahkamlikni namoyish etmoqda. Tadqiqotda yarim avtomatlashtirilgan, robotlashtirilgan, elektrostatik, o'zini-o'zi tozalovchi va barqaror tozalash usullari to'liq o'rganilmagan. Shu sababli panellar tashqi muhit ta'sirida qolganida ularning volt-ampere xarakteristikasi bevosita quyosh panellari tizim quvvatiga ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa. Ushbu maqolada changning quyosh energiyasi qurilmalari, xususan quyosh panellari tizimlarining samaradorligiga ta'siri bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarning hozirgi holati ko'rib chiqiladi hamda kelgusidagi izlanishlar uchun dolzarb muammolar aniqlanadi. Tadqiqotlar uch bosqichda tahlil qilingan: birinchi bosqich 1960–1990-yillardagi ishlarga, ikkinchi bosqich esa 1990 – 2010-yillardagi ishlarga, uchinchi bosqich esa 2010-yildan keyingi tadqiqotlarga qaratilgan. Keng qamrovli adabiyot tahliliga asoslanib, mavjud iqlim va atrof-muhit sharoitlariga mos ravishda quyosh panellari tizimlarini tozalash va texnik xizmat ko'rsatish sikllarini belgilashga yordam beruvchi tavsiya jadvali ishlab chiqilgan.

Adabiyotlar

1. Hottel H.C, Woertz B.B. Yassi plastinka quyosh issiqlik kollektorlarining ishlashi. ASME Trans 1942;64:91–104.
2. Garg H.P. Yassi plitali quyosh energiyasi kollektorlarida shaffof qoplamalarga changlanganlikning ta'siri. Quyosh energiyasi 1974;15(4):299–302.
3. Al-Addous, M. Dalala, Z. Alawneh, Class, CB, 2019. Changni modellashtirish va miqdorini aniqlash to'planishning PV modulining ishlashiga ta'siri (dekabr). Sol. Energiya 194, 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.086>(dekabr).
4. Shehri, A., Parrott, B., Carrasco, P., Al Saiari, H., Taie, I., 2016. Changning ta'siri PV modullarini qo'llash uchun shisha o'tkazuvchanligi bo'yicha cho'kma va cho'tka asosida quruq tozalash (okt.). Sol. Energiya 135, 317–324.v <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.06.005>(oktyabr).
5. Al Garni, H.Z, 2022. Tuproqning Saudiya Arabistonidagi PV modulining ishlashiga ta'siri. MDPI, 01 noyabr Energetika 15 (21). <https://doi.org/10.3390/en15218033>.
6. Ahmad E.Z, Jarimi, H., Razak, T.R, 2022. Sun'iy neyron tarmog'ini bashorat qilish modeli uy-joy dasturlari uchun fotovoltaik ishlashga chang ta'siri: Malayziya misolida (may). Int. J. Yangilash. Energy Dev. 11 (2), 365–373. <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.42195>(may).
7. Aljdaeh, E., va boshq., 2021. O'z-o'zini tozalaydigan hidrofobikning samaradorligini oshirish changli muhitda nano qoplamali fotovoltaik panellar (oktyabr). Energiya. (Bazel) 14 (20). <https://doi.org/10.3390/en14206800>(oktyabr).

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM,
FAN VA INNOVASIYALAR VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

Buxoro davlat texnika universiteti nashri
“FAN VA TEKNOLOGIYALAR TARAQQIYO‘TI”

Ilmiy-texnikaviy jurnal

2026 yil, 1-son. ISSN 1281-8193

Jurnal tahririyat kompyuterida sahifalandi.

Manzil: 200117, Buxoro sh., Q.Murtazoev ko‘chasi 15.

Tel: (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 1, 2026. 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 1, 2026. 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>