ISSN 2181 – 8193

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI

2
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: fantt_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.

M U N D A R I J A – CONTENT

TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JIHOZLAR

Kayumov U.E., Pardayeva Sh.S., Istamov M.F. Konchilik sanoatida qo‘llaniladigan markazdan qochma nasoslarning ekspluatatsiyasining xususiyatlari …….	**5**
Majitov J.A., Narzulleyev M.N. Yakka iste’molchilarga mo‘ljallangan biogaz qurilmasining tajriba tadqiqotlari……	**12**
Fattoyev F.F., Hamidov A.X. o‘zbekiston respublikasida standartlashtirish bo‘yicha texnik qo‘mitalarning faoliyatini baholashda xalqaro tajribalarning o‘rni va ahamiyati……...	**22**
Taslimov A.D., Raximov F.M., Norqulov A.O. Navoiy shahar transformator podstansiyalarida faza balanslashni joriy etish bo‘yicha ustuvorlashtirish modeli.....	**32**
Mavlonova I.R. Pilla losi va sannohidan momiq olish hamda qayta ishlash istiqbollari……...	**38**
Narziev M.S., Axmedov V.N., Mavlonova I.R., Qodirov M.M. Pilla losini qo‘shimchalardan va seritsindan tozalashda tabiiy komponentlarni qo‘llash texnologiyasi……	**44**
Мусурмонов И.М., Рахматова С.Ф., Жумаев А.А., Жумаева Н.К. Результаты исследования структурного состояния износостойких белых чугунов……...	**48**
Yusubaliyev A., Sharipov Sh.N. Beda urug‘ligini elektr maydonida ekishga tayyorlashning ayrim tadqiqot natijalari	**54**

KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR

Шарипбаев С.С. Влияние морфологии фотоанодов DSSC на характеристики фотоэлектрических преобразователей……	**58**
Berdiyev D.M., Liang Zhenglong., Ibroximova M.M. Nikel asosli olovbardosh qotishmani qayta eritishda xossalarga ta’siri……	**63**
Hamroyev O.O., Sattorov M.O., Ochilov A.A. Kimyoviy ishlov berish orqali olingan quduq mahsulotiga deemulgatorning xlorid kislota ishtirokida ta’sirining samaradorligini tadqiq etish..	**68**
Maxmudov M.J., Ne’matov X.I., Shoymardonov O‘.B. Gazlarni absobrsion quritishda qo‘llaniluvchi glikollarning asosiy xossalari tavsifi va jarayonning samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar tahlili……...	**77**
Xo‘jaqulov A.F., Rasulov U.A., Raximov Z.Z. Navbaxor koni bentonitini sulfat kislota bilan faollanishi……	**81**
Жумаева А.А., Амонов М.Р. Базальт асосида олинган ПВХ композицияларнинг термик барқарорлигини ўрганиш……..	**87**
Фозилов С.Ф., Махмудов М.Ж., Муртазаев Ф.И. Маҳаллий паст октанли автомобил бензинининг физик-кимёвий хоссалари ва унинг бензол сақлаган фракциясини аниқлаш..	**92**
Sharipov N.Z., Fazlitdinov J.R. Ko‘mir yoqilg‘isi yonadigan tizimlardan chiqayotgan zararli tutun gazlarini tozalash texnologiyasi……	**99**
Саатов С.К., Шарипов К.К. Полевые исследования по оценке скорости износа стенки трубопровода в процессе эксплуататsiи……...	**104**
Джураева Г.Х., Тошқобилов Ж.Ш., Абдурахимов И.Э. Синтез моноциклических ароматических углеводородов……	**110**
Toshpulatov D.T., Abdumuminova O.B., Xushvaqtov I.G‘., Pardaboyeva M.T., Toshtemirov A.Sh., Tashpulatov X.Sh. $[Co(tmphen)_3](PF_6)_2$ gomoleptik kompleksning tuzilishini o‘rganish……	**114**
Bokiyeva Sh.K. Konlardagi qatlam suvlarini tozolashda adsorbentlar olish texnologiyasi.....	**118**

MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA

Murodov K.J. Yo‘lning sun’iy notekislik qismiga birlashtirilgan mexanik-quyoshli gibrid qurilma yordamida elektr energiyasi ishlab chiqarish…….	**123**
Бафоев Д.Х. Повышение эффективности упрочнения деталей из титановых сплавов……	**127**
Boixanov Z.U. Asinxron motorlarning elektromagnit holatini aniqlash va monitoring qilish usullari…….	**135**
Juraqulov A.X. O‘zbeksiton iqlim sharoitlari uchun fokuslovchi quyosh kollektorlarini ishlab chiqish…….	**139**
Makhmudov M.I., Kushshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O. The effect of dust accumulation on the efficiency of solar panels and methods for its detection……	**146**
A’zamov S.S. On-Grid quyosh foftoelektrik sistemasi energiya samarador ko‘rsatkichlarini tadqiqi……..	**150**
Nizomov J.A. Asinxron motorning MATLAB immitasion modeli orqaliy turli xil ish rejimlarini kuzatish…… …….	**155**
Bafoyev D.X. Materiallar sirtida ko‘p elementli qoplamalar hosil qilish……...	**160**
Nizamov. J.A. Sun’iy neyron tarmog‘i yordamida asinxron motorlarning nosozliklarni monitoring qilish va diagnostika qilish……...	**166**
Xaydarov X.M. Quyosh panellaridan ta’minlangan elektr tarmoqlaridan ta’minlanadigan nasos qurilmalari ish rejimlari va energiya iste’mol dinamikasini yil davomida mavsumiy o‘zgarishi...	**172**
Murodov K.J. Vertikal suyuqlik oqimlari asosida binolarda energiya ishlab chiqarishning yangi yondashuvi…….	**177**
Тоиров З., Сайфиддинов Қ.Э. Анализ ветрового энергетического потенциала в бухарской области республики узбекистан с использованием распределения Вейбулла….	**181**
Sharipov J.O., Begmurodov A.F. Detallarni korroziya bardoshliligini oshirish uchun zamonaviy yechim va uni qo‘llash jarayoni……	**188**
Mirzamaxmudov U.A., Sharibayev N.Yu., Murodov R.S. Ipak qurti urug‘chiligida kapalak chiqarishni sinxronlashtiruvchi LED fotoperiod moslamasining elektrotexnik asoslari……	**192**

INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR

Rakhmonov I.U., Niyozov N.N., Nematov L.A. Investigation of insulation degradation mechanisms in centralized inverters and development of efficient data exchange methods in wireless sensor networks…….	**197**
Xamroyev X.X., Bibutov N.S., Xabibov F.Yu. “Materiallar qarshiligi” kursida masalalarni kompyuterli modellashtirish……	**202**
Rakhmonov I.U., Kurbonov N.N., Nematov L.A. Parameter optimization of medium- and short-term forecasting systems of lightning activity……...	**208**
Sharifbaev A.N. Improving retrieval-augmented generation pipelines through knowledge graph integration……..	**213**

OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI

Axmedova M.B. Ikkilamchi mahalliy xomashyolardan xamirturush tayyorlash usullari……..	**220**
Ravshanov S.S., Shaxriddinov F.F., Suyunova L.A., Karimov D.T. Kompozit nonlarning oziqaviy tarkibi, xamir reologiyasi va sensor xususiyatlari…….	**224**
Ибрагимов А.К., Махмудов Р.А. Анализ химического состава и функционально-технологических свойств ингредиентов сырья для приготовления майонеза……	**229**

Kuliyev N.Sh. Ko‘pik va emulsion strukturalarning shakllanishida meva va sabzavot sharbati komponentlarining ishtiroki……	**236**
Kurbanov M.T., Axmedova M.B. Soya siqilmasidan parrandalar uchun ekologik toza omuxta yem tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish……..	**245**
Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х. Исследование влияния воздействия электромагнитного поля на сохранность и показатели качества местных сортов томатов...	**249**
Yoqubov M.E., Khaitov R.A. Environmentally efficient helioconvective technology for dehulling pumpkin seeds……	**260**
Mahmudov M.S., Mamajanov G‘.O., Toshmatov Y.R. *Phragmites communis trin* o‘simligidan ishqorli va kislotali usulda olingan sellyuloza namunalarining termik analizi ….....	**266**
Турсунова Н.Н. Общая характеристика сои и основные направления использования соевых продуктов……..	**270**

TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI

Amonov A.R, Muxammedjanov M.M. Tikuv mashinasi qayishqoq tayanchlari bo‘lgan bosh valning kritik tebranishlari tahlili……	**278**
Behbudov Sh.H., Samadova M.O. Ip va matoga ignaning ta’sirini vertikal tebranishdagi chastotasining tahlili……	**282**
To‘raqulova B.B., Temirova G.I., Toshpo‘latova G.R. An’anaviy naqsh va bezaklarni modernizatsiya qilishning usullari……...	**285**
Нигматова Ф.У., Эргашева Н.Дж., Кодирова Д.Х., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Ретроспективные исследования современного дизайна меховой одежды за период 1980-2025 гг …….	**292**
Jumaniyazov K., Salimov Sh.H., Nazarov R.A. Pnevmomexanik yigirish mashinasida sifatli ip ishlab chiqarish tasnifi ……	**299**
Bebutova N.N., Qiyomova S.I. Sanoat tarmoqlarida ekspluatatsiya talablarini hisobga olgan holda maxsus kiyimni takomillashtirish bo’yicha tavsiyalar……...	**303**
Мухаммедова М.О. Научные основы выбора материалов для ортопедической обуви и внутренних стелек при повреждениях голеностопного сустава……..	**310**
Nazirov R.R., Abdurahmonov O.SH., Qurbonov A.B. 5LP rusumli linterga tajriba arra oraliq qistirmalarini tayyorlash va tajribalarning metodik uslublari	**313**
Мухаммедова М.О., Ахмедов Ж.Ж. Распределение биомеханических нагрузок в конструкции ортопедической обуви и их влияние на конструктивные элементы……	**317**
Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Очилов М.М., Эрдонов А.М., Пардаев Б.Ч. Чигит элеватори учун лентали конвейерини ишлаб чиқаришдаги тажриба-синов натижалари…..	**322**
Узакова Л.П., Авезова А.А. Выбор материала для подкладки женской модельной обуви: требования, свойства, современные решения……	**326**
Mardonov S.E., Muxtorova Z.N. Qatlamlarni biriktirish usulining ikki qatlamli to‘qimalarning fizik-mexanik xossalariga ta’sirini aniqlash……...	**331**
Rayimberdiyeva D.X., Nabidjanova N.N. Tikuv sexlarida texnologik jarayonlarni loyihalashni takomillashtirish……..	**335**
Sharifbayev R.N., Obidov A.A. Pilla navlarini ajratuvchi adaptiv mexatronik tizim yaratish….	**340**
Ержанова Д.Ж., Мардонов С.Э. Инноватsionные подходы к проектированию трикотажных полотен с заданными эластическими свойствами для одежды сегмента 0–3 года ……	**347**
Ботиров А., Рахимов А., Шарибаев Н. Использование ультразвуковой технологии для совершенствования процессов размотки коконов в шелковом производстве……	**351**
Dehqonov G‘., Sharibayev N.Yu., Murodov R.S. Ipak qurtini parvarishlash texnologiyasi va qurtxonalarda mikroiqlim sharoitlarini ta’minlash masalalari……	**357**

Ubaydova V.E., Abbosova M.O. Homilador ayollar uchun transformatsiyalanuvchi kiyim konstruksiyasini ishlab chiqish va uning funksional samaradorligini baholash……..	**361**
Rosulov R.X. Qoziqli barabanlarda qayishqoq elementlarni qo‘llashni nazariy tadqiq qilish…...	**370**
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Ахмедов К.И., Мукимов М.М. Трикотаж тўқималари тузилиши ва қалинлиги ўзгаришини иссиқлик сақлашда вақтга боғлиқлик ҳолатини назарий тадқиқи…….	**373**
Qodirova S.X., Abdullayeva G.Sh. Milliy naqshlarning arxitekturada qo‘llanilishi va ularning qiyosiy tahlili……	**379**
Sayidova M.X. Harakat energiyasidan quvvatlanuvchi aqlli isituvchi kombinezon..	**384**
Do‘stova F.X. Turli navlardagi paxtalarni tozalashdagi mavjud texnologiyalar tahlili……..	**387**
ANIQ VA IJTIMOIY-IQTISODIY FANLAR	
Fayazova D.S. Autizm bo‘lgan talabalarning til o‘rganishdagi xususiyatlari……	**392**
Sharipova Sh.N. Oliy ta’lim tizimida raqamli texnologiyalar asosida texnik tafakkurni rivojlantirish usullari……	**395**
Isxakov M.M. Axborot-kutubxona xizmati ko‘rsatishda yangi innovatsiyalarni joriy qilish….	**399**
Sidiqova N.N. Ingliz va o‘zbek tillarida milliy koloritni ifodalovchi frazeologik birliklarning lingvistik xususiyatlari…….	**404**
Саидова А.С. Таълим трансформатсияси жараёнида бўлажак мутахассисларнинг касбий компетентлигини ривожлантириш методикаси…….	**408**
Hikmatov N.I. Innovatsion qurilish materiallari……...	**412**
Мухаммадов С.К., Илясов А.Т., Пахратдинов. А.А. Бухоро шаҳридаги “Абдуллахон” мадрасаси биносининг техник холатини кучлантириш бўйича таҳлил ва тавсиялар……	**416**
Tursunova N.N. Kasb-hunar ta’limi tizimida “Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi” fanini o‘qitishda zamonaviy ta’lim metodlarini qo‘llash…….	**420**
Samadova R.A., Gafurova N.T., Xikmatov N.I. O‘zbekistonning ijtimoiy-iqtisodiy siyosatida xotin - qizlarga oid insonparvarlik qarorlarining ahamiyati……	**426**
Ортикова Г.Ш., Нурмухаммедова Б.И. Оценка состояния финансирования международной торговли в республике Узбекистан……	**430**
Баракатова Д.А. Рус адабиётида танқидий реализм асосчиси……	**434**
Мустақимова Қ.С. “Шоирлар одам атоси” ҳақида……..	**437**
Раупова М.Х. Динамические задачи в формулировке квадратичной неограниченной бинарной оптимизатsiи (QUBO) и их квантовые решения……	**441**
EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI	
Xolova Sh.A. Ecological efficiency of introducing “green technologies” into industry……	**447**
Axmedova M.B. Maishiy qattiq chiqindilar asosidagi xomashyolardan ekologik toza va iqtisodiy samaradorligi yuqori mahsulotlar ishlab chiqarish……...	**451**
Q U T L O V	
Фозилов Садриддин Файзуллаевич – 60 ёшда. Етук олим ва жонкуяр устоз……...	**456**

АНАЛИЗ ВЕТРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЙБУЛЛА

Тоиров З., Сайфиддинов Қ. Э.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье дана оценка потенциала энергии ветра в Бухарской области юго-западного региона Узбекистана, на основе двухпараметрической функции распределения Вейбулла. В последние годы были проведены исследования для оценки потенциала ветроэнергетики во всем мире. При оценке ветроэнергетического потенциала региона Метеорологическая станция Бухарского международного аэропорта использовала данные из значений скорости и направления ветра, измеренных на высоте 10 м. Для статистического моделирования потенциальных потенциалов энергии ветра на различных высотах энергии ветра (роза ветров) использовалась среда MatLab. Скорость ветра, удельная мощность и удельные значения энергии ветра были определены на разных высотах в функции распределения Вейбулла.*

Ключевые слова: *скорость ветра, распределение Вейбулла, коэффициент формы, масштабный коэффициент, потенциал энергии ветра, роза ветров.*

ANALYSIS OF WIND ENERGY POTENTIAL IN THE BUKHARA REGION OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN USING THE WEIBULL DISTRIBUTION

Toirov Z., Sayfiddinov Q.E.
Bukhara state technical university.

Annotation.*This paper presents an assessment of the wind energy potential in the Bukhara region, located in the southwestern part of Uzbekistan, based on the two-parameter Weibull distribution function. In recent years, numerous studies have been conducted worldwide to evaluate wind energy potential. For the regional assessment, data from the Bukhara International Airport meteorological station were used, specifically wind speed and direction measurements taken at a height of 10 meters. Statistical modeling of wind energy potential at different heights (wind rose) was performed using the MATLAB environment. Wind speed, specific power, and specific wind energy values were determined at various heights using the Weibull distribution function.*

Keywords: *wind speed, Weibull distribution, shape parameter, scale parameter, wind energy potential, wind rose.*

Введение. На сегодняшный день в результате повышенного использования энергия в целях развития человечества наносится неблагоприятное воздействие на окружающую среду. В настоящее время использование природного топлива во всем мире составляет около 12 миллиардов т.н.э, что составляет около 2 тонн на человека. Избыточные выбросы парниковых газов из-за включения невозобновляемых источников энергии привели к изменению климата. Это, в свою очередь, значительно расширило использование возобновляемых источников энергии. Осуществляется быстрое развивается использования возобновляемых источников энергии, таких как энергия солнца, ветра, биомассы, геотермальная энергия и энергия воды [1]. Из-за низкой стоимости электроэнергии, производимой на возобновляемых источниках энергии, воздействие на окружающую среду практически отсутствует, такие проекты становятся все более и более доступными, в них вкладывают значительные средства инвестиций для перспективного развития исследований.

Наиболее перспективным проектом является использование энергии ветра из возобновляемых источников энергии. Китай, США и Германия являются лидерами в использовании энергии ветра. Согласно “Global wind energy concul” (GWEC), 35% всей энергии, производимой ветряными агрегатами в мире, приходится на Китай, 17% в Соединенных Штатах и 10% в Германии. Азия является ведущим в мире производителем энергии ветра. Произведенная энергия ветра в азиатских странах в 2017 году составляет 42%, в европейских странах - 28%, в Северной и Южной Америке - 18%, в Африке и остальном мире - 12% [2].

В сотрудничестве с немецкими компаниями “Intec-COPA”, “GEONET” и АО “Узбекэнерго” в Узбекистане было проведено исследование потенциала энергии ветра и карт ветра. По результатам исследования ветроэнергетический потенциал имеет 520 ГВт. Это позволит производить около 1,7 трлн кВт·ч электроэнергии в год [3, 4].

Бухарская область расположена на юге 39,77º, а западная 64,48º, ее общая площадь составляет 39,400 тыс.км^2. Регион в основном состоит из 75% степей и пустынь.

Проводятся научно-исследовательские работы по оценке потенциала ветроэнергетики в Бухарской области. Основной целью является эффективное использование существующих ветряных мельниц в регионе.

Метод определения потенциала энергии ветра, на основании функции распределения Вейбулла. При статистической обработке данных скорости ветра использовались несколько законов распределения. Наиболее распространенным теоретическим распределением является нормальное (нормативный), экспоненциальное, Вейбулла, логарифмическое нормальное (нормативный) или закон Гаусса, Реллея и Гамма - распределения. На сегодняшний день широкое применение получило двухпараметрическое распределение Вейбулла в статистическом анализе ветроэнергетического потенциала в регионах [11].

Для характеристики скорости ветра используется плотность и интегральная функция распределения Вейбулла. Подробная информация о плотностях и интегральных функциях распределения приведены в следующих литературах[12,13].

$$f(V) = \frac{k}{c} \cdot \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \cdot e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^{k}} \tag{6}$$

$$F(V) = \int_0^{\infty} f(V)dV = 1 - e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^{k}} \tag{7}$$

где: $f(V)$ − Плотность распределения Вейбулла; $F(V)$ − интегральная функция распределения Вейбулла.

При расчете параметров функции распределения Вейбулла используются следующие методы:

1. Графический метод (ГМ);
2. Метод моментов (ММ);
3. Метод стандартных отклонений (МСО);
4. Метод максимального правдоподобия (ММП);
5. Метод плотности мощности (МПМ);
6. Модифицированный метод максимального правдоподобия (МММП);
7. Метод эквивалентной энергии (МЭЭ);
8. Эмпирический метод (ЭМ).

Чтобы проанализировать данные о скорости ветра, необходимо определить двухпараметрическое распределение вероятностей Вейбулла, а именно параметры масштаба и формы. Подробная информация о коэффициенте масштабирования и коэффициенте формы приведены в работе [14]:

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{V}}\right)^{-1,086} \tag{8}$$

$$c = \frac{\bar{V}}{\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)} \tag{9}$$

Где: c −параметр масштаба, k − параметр формы, Г − функция Гамма.

Согласно функции распределения Вейбулла, можно оценить среднюю скорость ветра а также стандартное отклонение ветра, которые определяются с помощью выражений [15]:

$$\bar{V} = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \tag{10}$$

$$\sigma = c\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{1/2} \tag{11}$$

Формула расчёта удельной мощности и энергии потока ветра для заданного региона при помощи расчитанных параметров функциии распределения Вейбулла [16]:

$$\frac{P_w}{A} = \frac{1}{2}\rho c^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \tag{12}$$

$$\frac{E_w}{A} = \frac{1}{2}\rho c^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \cdot T \quad (13)$$

Метод определения ветроэнергетического потенциала на различных высотах путём экстраполяции. На определенных высотах плотность воздуха и скорость ветра меняются. Плотность воздушного потока в зависимости от высоты определяется следующим образом [17].

$$\rho = \rho_0 - (1{,}194 \cdot 10^{-4} \cdot H) \quad (14)$$

где: ρ_0 − плотность воздушного потока в нормальных условиях ρ_0= 1,23 кг / м^3; H − высота измерения скорости ветра.

Значение скорости ветра зависит от высоты. С ростом высоты скорость ветра увеличивается. Следующая формула основана на высоте скорости ветра:

$$V_2 = V_1 \cdot \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{\alpha} \quad (15)$$

где: V_2 − скорость ветра, измеренная на определенной высоте; V_1 − скорость ветра, измеренная на начальном уровне; H_1 − высота станции; H_2 − выбранная высота; $\propto$ − коэффициент возрастания скоростей ветра на разных высотах.

Коэффициент возрастания скоростей ветра на разных высотах определяется по следующей формуле:

$$\propto = [0{,}096 \log_{10}(Z_0) + 0{,}016\,(\log_{10}(Z_0))^2 + 0{,}24] \quad (16)$$

Z_0 − щероховатось подстилающей поверхности. В степных районах $Z_0 = 0{,}1$ м [18].

Значения масштабного параметра и параметра формы на указанной высоте также изменяются. Определение этих параметров производится по следующим выражением[19]:

$$k_{H2} = \frac{k_{H1}}{1 - 0{,}0881 \ln\left(\frac{H_2}{H_1}\right)} \quad (17)$$

$$c_{H2} = c_{H1}\left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{n} \quad (18)$$

$$n = [0{,}37 - 0{,}0881 \ln(c_{H1})] \quad (19)$$

Пользуясь параметрами распределения Вейбулла расчитанными на различных высотах, определим удельные мощность и энергию ветра на определенных высотах при помощи выражений (12), (13).

Результаты и обсуждение. В данном исследовании данные о скорости ветра и анализе ветроэнергетического потенциала были изучены в Бухарской области. Данные о скорости ветра взяты с метеостанции Бухарского международного аэропорта. Были рассчитаны и проанализированы средние значения скорости ветра измеренные на высоте 10 метров с промежутком 30 минут. Были приведены показатели потребления энергии ветра в мире. На основании данных средней скорости ветра, среднеквадратичного отклонения, удельной мощность и энергии полученных с метеостанции были включены в таблицу 1. Пользуясь эмперическим методом функции распределения Вэйбулла, были определены параметры масштаба и формы, а также показатели расчётов удельной мощности и энергии были внесены в таблицу 1.

На рисунке 1 показана средняя скорость ветра в Бухарской области по месяцам (2016 г.) Средняя скорость ветра составляет 3,404 м/с. Основные показатели средней скорости ветра приходятся на летний период. Считается важным определение годового направления ветра для эффективного использования энергии ветра. На основании данных направления ветра полученных с метеостанции, было построена роза ветров в среде MatLab.

На рисунке 3 показано направление потока ветра (роза ветров). Следовательно, 20% направления ветра составляет северное. В таблице 1 приведены оценочные и приблизительные параметры для распределения Вейбулла. Соответственно, коэффициент формы равен k = 2,98, а коэффициент масштабирования равен c = 3,75 м/с.

Таблица 1. Параметры измеренных величин и расчетные параметры с применением распределения Вейбулла.

Год	Месяц	Параметры измеряемых величин				Расчетные параметры по распределению Вейбулла				
		$\bar{V}$ m/s	σ m/s	P w/m^2	E Wh/m^2	k (-)	c m/s	σ_w m/s	P_w w/m^2	E_w kwh/m^2
2018	**Я**	3.018	1.079	23.690	17.625	3.056	3.380	1.069	33.476	24.909
	Ф	2.833	1.951	42.163	29.345	1.499	3.137	1.916	56.981	39.659
	М	3.494	1.297	38.614	28.729	2.933	3.917	1.299	37.235	27.740
	А	2.954	0.898	19.941	14.358	3.646	3.27	0.889	20.149	14.507
	М	3.476	1.005	32.090	23.875	3.847	3.845	0.999	32.372	24.085
	И	4.350	2.226	100.229	72.165	2.070	4.91	2.21	93.18	67.09
	И	3.959	1.236	49.049	36.493	3.540	4.394	1.23	49.357	36.722
	А	4.077	1.225	53.010	39.439	3.691	4.515	1.219	52.868	39.334
	С	3.444	1.405	37.242	26.814	2.649	3.874	1.394	37.9	27.288
	О	3.429	1.219	34.952	25.165	2.373	3.318	1.228	34.545	25.701
	Н	2.940	1.327	26.493	19.075	2.373	3.318	1.327	25.61	19.054
	Д	2.879	0.792	18.012	13.401	4.063	3.178	0.795	18.1	13.47
Годовой средний		3.404	1.305	39.62	346.48	2.98	3.75	1.29	40.98	359.56

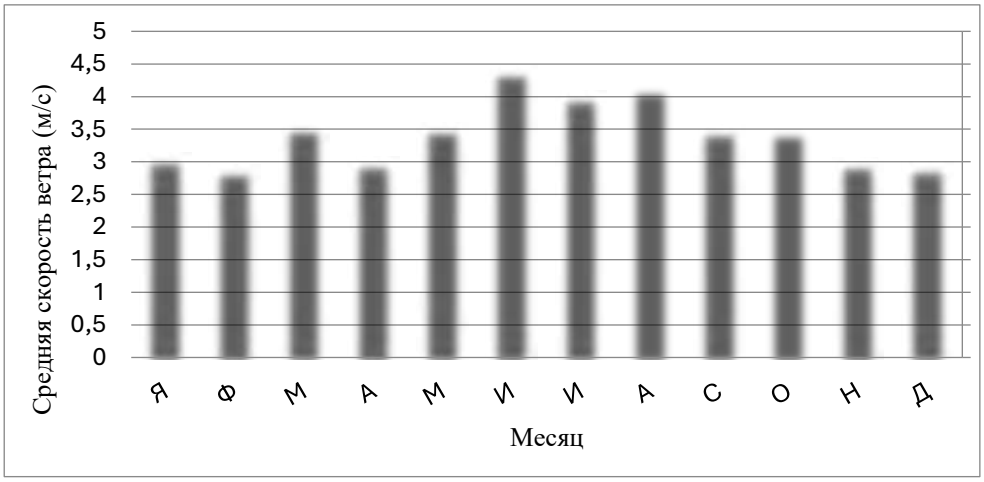


Рис.1. Ежемесячное изменение средней скорости ветра.

На рисунке 4 показаны функция распределения Вейбулла, функция плотности вероятности и интегральная функция распределения.

На рисунке 5 показаны значения удельная энергия ветра для высокой скорости ветра 10 м с использованием функции распределения Вейбулла по месяцам. Наибольшая удельная мощность ветра составляет в июне 93,18 Вт/м^2. Среднегодовая удельная энергия ветра составляет 40,98 Вт/м^2.

На рисунке 6 показаны значения плотности энергии ветра в сегменте месяцев. Наибольшее значение в июне, то есть 67,09 кВтч /м^2. Годовое значение удельной энергии ветра составляет 359,56 кВтч/м^2.

На рисунке 7 показана линейная скорость

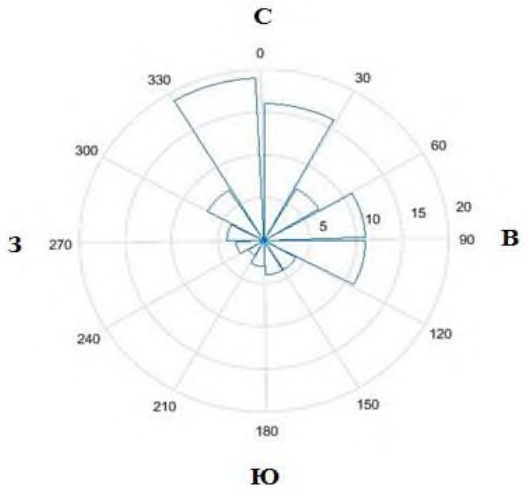
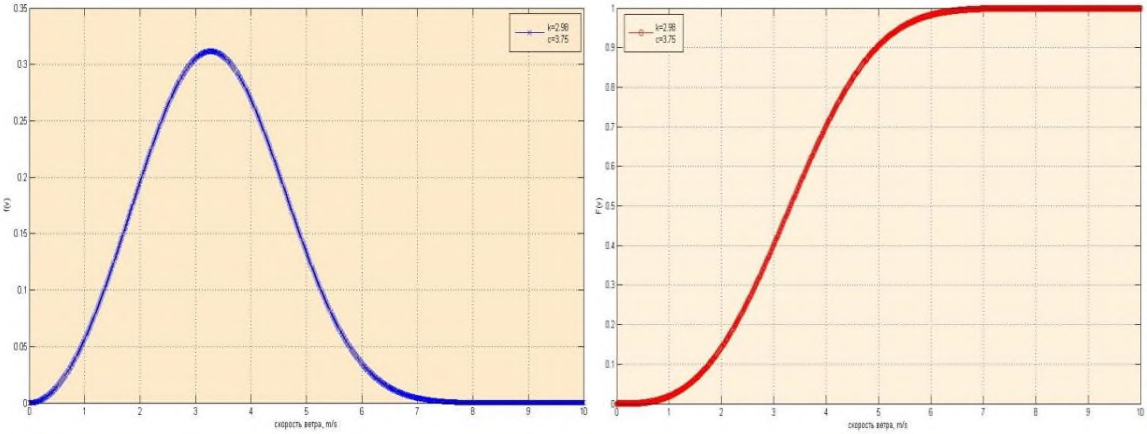


Рис.2. Роза ветров.

ветра. Соответственно, средняя скорость ветра составляет 3,404 м/с на высоте 10 м, 4,4 м/с на высоте 50 м и 4,9 м/с на высоте 100 м.

На рисунках 8 и 9 показаны значения плотности энергии ветра и плотности энергии ветра при разной высоте ветра. Соответственно, удельная мощность ветра и удельная энергия ветра на высоте 100 м составили 164,79 Вт/м^2, 1443,59 кВтч/м^2.



a) b)

Рис.3. Функция распределения Вейбулла и измеренная плотность (a), интегральная функция распределения Вейбулла со скоростью ветра для выбранных мест на станциях: высота годового показателя и масштабные коэффициенты (b).

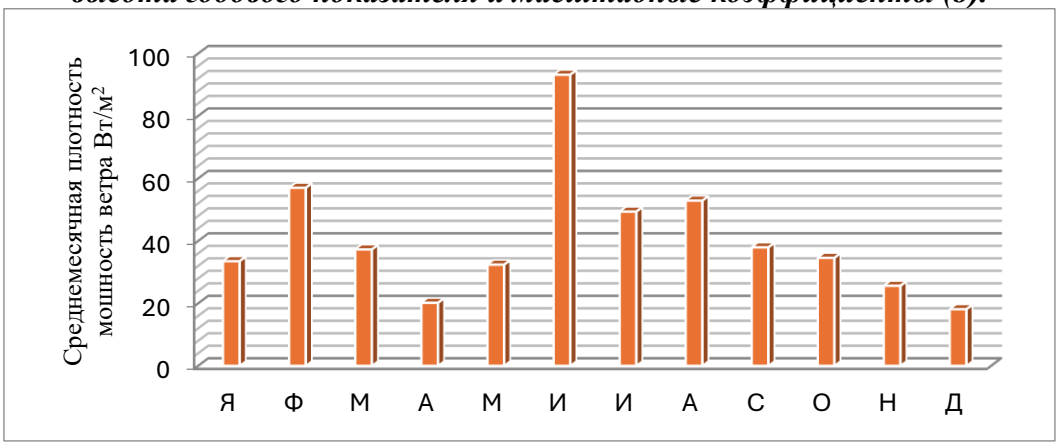


Рис.4. Среднемесячное значение удельной мощности измеренных на основании функции распределения Вейбулла.

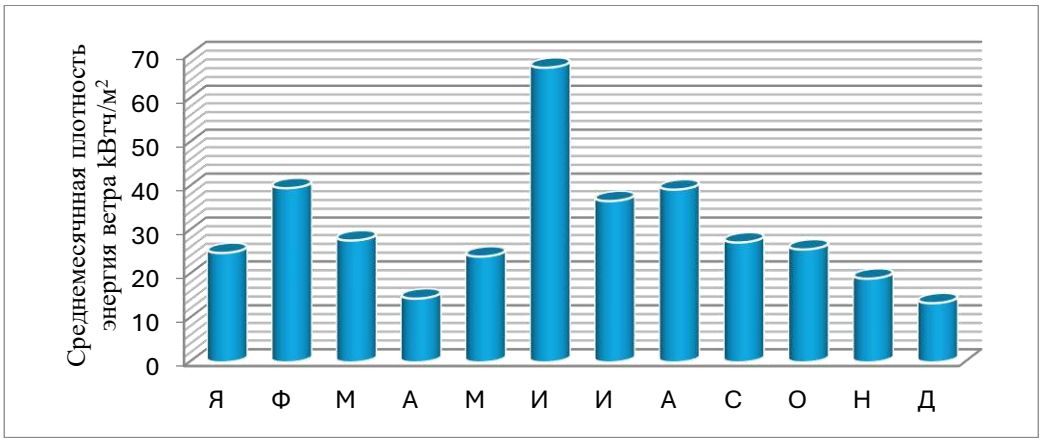


Рис.5. Среднемесячное значение удельной энергии измеренных на основании функции распределения Вейбулла.

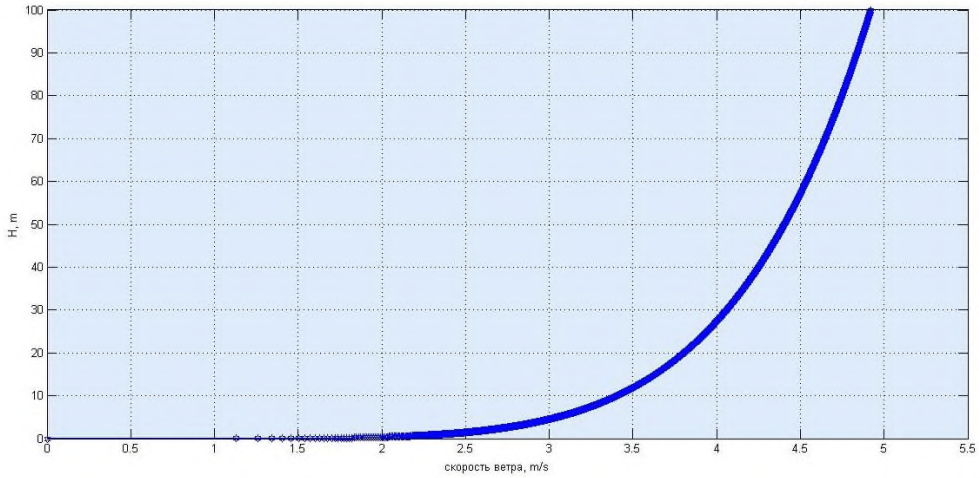


Рис.6. Средняя скорость ветра на различных высотах с помощью метода экстраполяции.

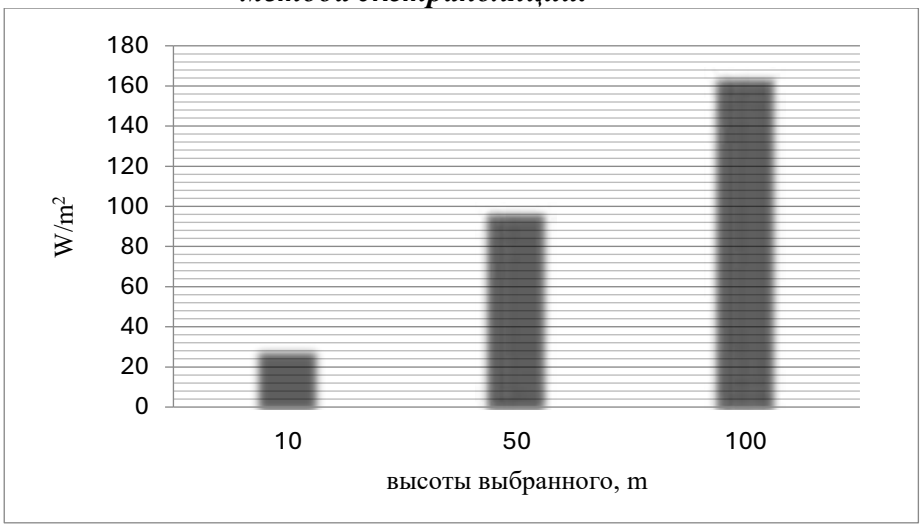


Рис.7. Среднегодовое значение для измеренных по распределению Вейбулла удельной мощности ветра на выбранных высотах.

Рис.8. Среднегодовое значение для измеренных по распределению Вейбулла удельной энергии ветра выбранных высотах.

Выводы. Результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Максимальная и минимальная скорость ветра, данные о направлении ветра были получены и проанализированы с метеорологической станции. Средняя скорость измеряемого ветра году составляется 3,404 м/с.
2. В среде Matlab был построен график направления ветра (роза ветров). В Бухарской области болшой ветровой поток дует с севера.
3. Используя двухпараметрическую функцию распределения вероятностей Вейбулла, среднегодовой коэффициент формы и масштабный коэффициент были определены на высоте 10 м. Соответственно, k = 2,98, c = 3,75 м/с.
4. Значения удельная мощности и энергии ветра на высоте 10 м были определены и проанализированы с использованием функции распределения вероятностей Вейбулла. Соответственно, средный удельная энергии ветра составляет 40,98 Вт/м^2, а годовой удельная энергии ветра 359,56 кВт/м^2.
5. Потенциал ветра на разных высотах определялся с помощью распределения Вейбулла. Соответственно, значения удельная мощности ветра и удельная энергии ветра на высоте 100 м были определены методом экстраполяции 164,79 Вт/м^2, 1443,59 кВтч/м^2.
6. Анализируя результаты, целесообразно использовать маломощные ветрогенераторы в этом регионе.

Литература

1. B. Eshchanov., M. Stultjes., R. Eshchanov., S. Salaev. “Potential of Renewable Energy Sources in Uzbekistan” Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology. 2011. V.1. pp.1-17.
2. http://gwec.net/global-figures/statistics.
3. Р.Захидов., М.Кремков. “Потенциал ветровой энергетики Узбекистана” //.Гелиотехника. 2015. №4. С 111-112
4. https://www.evwind.es.
5. A. Allouhi., O. Zamzoum, M. Islam., R. Saidur., T. Kousksou., A. Jamil., A. Derouich. “Evaluation of wind energy potential in Morocco‘s coastal regions”. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. V.72. pp. 311-324.
6. M. Rasham. **“**Analysis of Wind Speed Data and Annual Energy Potential at Three locations in Iraq”. *International Journal of Computer Applications.* 2016.V.137 .pp. 11-16.
7. A. Azad., M. Rasul., T. Yusuf. “Statistical diagnosis of the best Weibull methods for wind power assessment for agricultural applications”. Energies. 2014. V.7. pp. 3056-3085.
8. S. Ali., S. Lee., Ch. Jang. “Statistical analysis of wind characteristics using Weibull and Rayleigh distributions in Deokjeok-do Island-Incheon, South Korea”. 2018. V.123. pp. 652-663.
9. M.Dahbi., A. Benatiallah., M. Sellam. “The Analysis of Wind Power Potential in Sahara Site of Algeria-an Estimation Using the Weibull Density Function”. Energy Procedia. 2013. V. 36. pp. 179-188.
10. M. El-Sharkawi. “Wind energy an introduction”. 2016. pp. 43-57.
11. Sh. Ahmed. “Wind energy characteristics and wind park installation in Shark El-Ouinat, Egypt”. Renewble and Sustainable Energy Reviews. 2018. V.82. pp. 734-742.
12. G. Johnson. “Wind Energy Systems”. 2006. pp. 2-16…2-43.
13. C. Ozay., M. Soner. “Statistical analysis of wind speed using two-parametr Weibull distribution in Alacati region”. Energy conversion and management. 2016. V. 12. pp. 49-54.
14. M. Shoaib., I.Siddiqui., Y. Amir., S. Rehman. “ Evaluation of wind power potential in Baburband (Pakistan) using Weibull distribution function”. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. V.70. pp. 1343-1351.
15. D. Hui Ko., Sh. Taek Jeong., Y. Chil Kim. “Assesment of wind energy for small-scale wind power in Chuuk State, Micronesia”. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. V. 52. pp. 613-622.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVASIYALAR VAZIRLIGI

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

Buxoro davlat texnika universiteti nashri
“FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI”
Ilmiy-texnikaviy jurnal
2026 yil, 2-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
Издател: Бухарский государственный технический университет
«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
Научно-технический журнал
2026 год, Выпуск 2. ISSN 1281-8193
Отредактирована на компютере 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
2026, Issue 6, 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