



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

**5
2025**

Таҳририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Таҳрир 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)

БАХОДИРОВ 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 Х.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 рўйхатида киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Таҳририят манзили:

200100, 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

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

сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар таҳририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Таҳририятнинг 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	
Juraev D.D. Methodology for calculating the angular vibrations of blades on a separator machine rotor and developing its mathematical model.	4
Maxmudov B.M., Abdulxayev A.A. Comparative analysis of solar collectors for drying systems	8
Бибутов Н.С., Хамраев Х.Х., Самадова Н., Бакаева Ш. Основные требования к расчету деталей машин	16
Жураев Д.Д. Эффективность конструкции конусного двухбарабанного сепараторной машины	22
Tog‘aymurodov S.Z. Transformatorlarning ishlash jarayonida temperatura xarakteristika-larining tahlili	26
Muminov R.O., Tuxtaev B.I., Turabov X.Sh., Kushimov F. Skvajinalarga o‘rnatilgan ankerlarning kinematik parametrlarini hisoblashning ilmiy asoslari.	30
Jo‘rayev F.O‘., Saidova G.K. pushta olgichli universal qurilma parametrlarining uning ish ko‘rsatkichlariga ta’siri.	35
Хабибов Ф.Ю., Рамазонов А.Ч., Ахмедов Ю., Юсупов Ф.Ф. Конструирование поверхностей методом геометрических преобразований	40
Бозаров О.О., Мирзаев С.З. Контрроторный гидроагрегат с реактивным и активным рабочими колесами	44
Kayumov U.E., Djurayev R.U., Pardayeva Sh.S. Yuqori changalangan muhitda ishlovchi kar- yer avtosamosvallarining ichki yonuv dvigatellariga chang zarrachalarining ta’sirini tadqiq etish	54
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Хакимов А.А., Исомидинов А.С. Преслаш динамикасининг мустахкамликка таъсирини тадқиқ этиш	61
Адолатова Ш.Ж, Фозилов С.Ф, Фозилов Ҳ.С. Таркибида азот сақлаган метакрилат по- лимерларни синтез қилиш ва уларни антикоррозион присаткалар сифатида қўлланилиши .	66
Mixliyev O. A., Nabiyeu A.A., Yorboboyev R.Ch., Ro‘ziyev I.X. Mahalliy talk-magnezit minerali fraksiyalarining fizik-mexanik, kimyoviy va dispers tarkibini o‘rganish	72
Obitov N.M. Ikkilamchi alyuminiy-magniy qotishmalarining istiqbollari	77
Djalilov.A.T., Karimov M.U., Ismailov F.S, Ismailova X. Dj. Polikarboksilat asosidagi qo‘shimchalarning beton qorishmalariga fizik-mexanik ta’siri.	84
Tojiyev O.O. Yuqori karbonatli terrigen qatlamlarda kislotali ishlov berish uchun yaratilgan kislota kompozitsiyasini tarkibini sinash usullari	89
Khujakulov A.F., Abdullaeva Sh.Sh. Comparative analysis of the quality of raw materials and products in the production of road bitumens	94
Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Panoyev E.R. Gazlarni aminli tozalash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘pikka turli xildagi ko‘pik so‘ndirgichlarning ta’sir etish xossalari	100
Abdulloyev H.R., Panoyev N.Sh., Safarov J.A. Og‘ir geksan fraksiyalarining gaz xromato- mass-spektral tahlili	106
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж., Қаяумов А.Ш. Каталитик риформинг жараёни регенератор қурилмасида энергия тежамкорликка эришиш	111
Hojiyev A.A., Nurqulov F.N., Djalilov A.T. Vermikulit va bazalt asosidagi issiqlik izolyatsion polimer kompozitsion materiallarni tadqiq etish	117
Norboyev Q.M., Eshmuradova G.B., Tirkasheva M.N., Xursandov J.M., Toshpulatov D.T., Tashpulatov X.Sh. Xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho‘ktirish usuli orqali gibridd $MA_{1-x}FA_xPbI_3$ perovskit kvant nuqtalar sintezi hamda spektral tadqiqi	122

Matkarimova U.U., Qutlimurotova N.X., Raxmatullayev F.N., O'rolova Z.D., Gulyamov X., Xasanova N.X. p-Br fenilsirka kislolaning elektrokimyoviy sintezi	127
Egamnazarova F.D., Panjiyev U.R. Sintez gazidan yengil olefin qatori uglevodorod ishlab chiqarishning asosiy parametrlariga faollashtirish bosqichidagi co bosimini ta'sirini o'rganish	131
Egamnazarova F.D., Panjiyev U.R. CO va H ₂ aralashmasidan tanlangan katalizatorida yengil molekulyar sintetik olefin uglevodorodlarni olish jarayoni texnologiyasi.	136
Ibragimova M.I., Amonov M.R. Paxta tolasi asosidagi matolarni trietanolamin bilan aminlash va bo'yalgan matoning koloristik xossalari	141
Kadrixanov J., Urinov A.A. Development of composite materials for corrosion protection of main gas and oil pipelines with increased chemical adhesion	144
Рахимов Ф.Ф., Беков У.С., Сафарова Р.У. Гидрофобная композиция для строительных материалов на основе гипса и ее состав	150
Narzullayev B.A., Shirinov Sh.D., Djalilov A.T. Akril kislota asosida bioparchalanvchan gidrogellar olish: suv yutish va saqlab turish shuningdek qishloq xo'jaligi hamda ekologik barqarorlikka ta'siri.....	153
МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Maxmudov M.I., Timirov X.N. Oqava suvlarni tozalashda aeratsiya jarayoni uchun faol loyqaning tarkibi, xususiyati va vazifasi	161
A'zamov S.S. Reducing power loss using modern methods of squirrel-cage induction motors . .	165
Safarov A.B., Jo'raqulov A.X., Qo'ziyev Z.E., Qahhorov M.M. Kombinatsiyalashgan quyosh-shamol energetik qurilmalarining samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili	169
Xabibov F.Y., Murodov K.J. Transport vositasi harakati mexanik energiyasini elektr energiyaga aylantirish qurilmasining simulyatsiya modeli	175
Qo'ldosheva F.S., Sharipov N.Z. Uzum danagidan moy olish jarayonida yuqori chastotali tok maydonining ta'sir nazariyasi	182
Sharipov N.Z., Gafurov K.X. Gilos danagidan moy olish jarayonini o'ta yuqori chastotali tok maydonida jadallashtirish	187
Rakhmonov I.U., Toirov M.T., Nematov L.A. The influence of harmonics on the lifespan of lighting devices	193
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Shukrullaev J.O., Jo'raev X.F. Mineral o'g'itlarni oqim harakatini tadqiq qilish jarayonining statistik modeli	200
Botirova N.K. Ta'limiy platformalar va ulardan foydalanish imkoniyatlari	206
Samandarov I.R., Karimov S.Y. C++ va OpenCV yordamida Cu–Zn qotishmasi donalarining geometrik tahlilini avtomatlashtirish	209
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Ergasheva X.B., Elmurodova A.S. Oziq-ovqat allergiyasi va rivojlanish sabablari	215
To'ymurodova Sh.Sh., Majidov K.X., Pardayev Sh. Baliqchilik uchun ozuqa yemlarining xususiy tarkibi va texnologiyasi	220
Raxmonov Q.S., Ashurova Z.T. Dorivor o'simlik xom ashyosidan olingan kukunlar yordamidaunli mahsulotlarining sifatini oshirish va va ozuqaviy qiymatini yaxshilash	224
Кулиев Н.Ш., Мажидов Қ.Х. Меваларда пектин микдорини аниқлаш ва уларнинг физик-кيميёвий хусусиятларини ўрганиш	232
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish	237

Шокиров К.А., Курбанов М.Т. Анализ остеопротективных свойств хвоща полевого (<i>Equisetum arvense</i>) и крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i>) в рецептуре хлеба как способа повышения его нутритивной ценности.	245
Рахмонов К.С. Технологические аспекты производства пшеничных сортов хлеба с использованием заквасок спонтанного брожения.	254
Nazarova L.X. Milliy non mahsulotlari.	261
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Хо‘jayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar maxsus kiyimi uchun mato tanlashda gazlama namunalari xususiyatlarining tahlili.	266
Gulyayeva G.X., Musayev N.M., Mukimov M.M., Agzamova S.M., Karimova N.H. Yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini olish usuli.	275
Usmanova F.S., Tashkenbayeva T.B., Nabiyeu N.D. Gidrofob xossa berishda maxalliy appretlarni qo‘llash imkoniyatlarini tadqiq qilish.	280
Mardonov S.E., Sattarova N.N., Rahimova M.R. Shlyapkali tarash mashinasi parametrlarining tola xossalari ta‘sir.	285
Дустова Ф.Х. Приводы машин текстильной и легкой промышленности.	290
Gulyayeva G.X., Musayev N.M., Mukimov M.M., Agzamova S.M., Karimova N.H. Yangi tuzilishli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining fizik-mexanik xususiyatlar tahlili.	294
Ismoyilov I.B., Qo‘ldoshev E.I., Ismoyilov F.B. Yangi vintli tozalagichning konstruksiyasi va junni tozalash jarayoniga ta‘sir etuvchi omillarning nazariy tadqiqi.	299
Бахриддинов М.С., Бехбудов Ш.Х. Использование упругих элементов в механизме иглы швейной машины.	302
Saidova X.X. Selection of an effective processing technology in the manufacturing of transformable clothing.	308
Saidova X.X., Boymatova K.A. Ustki kiyimlarni tikish jarayonida hosil bo‘ladigan nuqsonlar.	314
Sabirova Z. A., Jumaniyazova R.F. O‘zbek milliy arxitekturasini va moda.	318
Giyasova D.R. Aralash tarkibli ip olish texnologiyasi.	324
Мусиров Ш. З., Мирзаумидов А.Ш., Турдиев Б.Э., Пардаев Б.Ч. Тебранувчи сирт юзасидаги чигитларнинг ҳаракатини динамик таҳлили.	328
Toshpulotov L.I., Mardonov S.E. Ikki qatlamli matolar tuzilishini loyihalashda zamonaviy kompyuter texnologiyalardan foydalanish.	332
Нурбоев Р.Х., Салимов Ш.Х., Худайбердиев М.Р. Аралаш толали ип ишлаб чиқаришда аралашмадаги толаларнинг хусусиятлари ва уларнинг нисбий улушига боғлиқлигини ўрганиш ва таҳлил қилиш.	338
Temirova G.I. Mo‘ynali buyumlarni tayyorlashda polimer kompozitsyalardan foydalanishning resurstejamkor usullari.	342
Ташкенбаева Т.Б., Нигматова Ф.У., Вахобова Н.А. Системный подход к проектированию функциональной одежды для людей в инвалидных колясках.	349
Машарибов А.Р., Райимкулов Ж.К., Эрдонов А.М. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозикчали-планкачи барабан планкаларининг таъсири.	360
Xamdullayeva S.O. Zanjirli uzatma qadamining qayishqoq vtulka bikirligiga ta‘sirini sintez qilish.	365
Atajanov A.B. Arrali jin kolosniklari ishchi qismining yeyilishini tadqiq etish.	368
Barakayeva D.F., Gafurova N.T. Energetika sohasida ishlovchilar uchun himoya kiyimini ishlab chiqish omillarini o‘rganish.	374
Azimova M.N. Ayollar oyoq kiyimi uchun mo‘yna qiyimlari asosidagi polimer kompozitsion paketlarning shaklbardoshlik xususiyatlarini tadqiq etish.	378
Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Хамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг механик хоссаларининг тадқиқоти ва таҳлили.	382

Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Ҳамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг ғижимланмаслиги ва ҳаво ўтказувчанлигининг ўзгариши	387
Каландаров Р.К. Результаты теоретических и экспериментальных исследований	391
Эргашов М. Взаимодействие шелковой нити с ценовым прутком шелкоткацкого станка .	398
Yangiboyev I.B., Berdanov E.X., Axmedov M.X., Tuychiyev T.O. Mayda iflosliklardan tozalash jarayonida kolosnikli panjarada paxta bo‘lakchalarining harakatini tahlili	404
To‘xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O‘smirlar kiyimlari uchun tanlangan matolarning xususiyatlari tahlili	409
Rajabova G.J. Apsaykling – hayot mazmuni	416
Sayidova M.H., Pulatova S.U. Maxsus kiyim materiallarining termo-fizik parametrlarini aniqlovchi omillar	418
Сапаров М.К., Рузметов Р.И., Туйчиев Т.О., Авазмуратов А.Б., Машаринов К.М. Анализ показателей качества волокна на этапах технологического процесса Шовотского хлопкоочистительного завода	423
Бозорова Ф.М. Предлагаемая методика проведения экспериментов на узле ножки новой конструкции швейной машины	428
Azimova G.A. Mahalliy aralash jun matolarining eksport salohiyati	434
Rajabov A.I., Khamrayeva S.A., Nodirova M.N. Jun, jun–akril va jun–poliester iplarning mexanik xossalarini qiyosiy tahlil qilish	438
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Gafurova N.T., Hikmatov N.I. Texnik oliy o‘quv yurtlarida zamonaviy ta’limning o‘ziga xos xususiyatlari	444
Shalov D.J., Fatilloev Sh.F., Mavlanov B.A., Maxmudov R.A. Ipak qurti chiqindisidan turli bebaho baliqlar yemini tayyorlashda va mineral o‘g‘it sifatida qo‘llash	449
Raxmonov G‘.F. Buxoro viloyati hududida mavjud ekoturizm obyektlarini o‘rganish va tahlil qilish	452
Мухамедбаев А.А., Бахритдинова С.Б. Сравнительный анализ некоторых характеристик пористого заполнителя из дробленого автоклавного газобетона	459
Samandarov I.R., Miratoyev Z.M. Binar tasvirlardagi yassi ob’ektlar konturlarining metrik belgilarini ajratib olish usuli	466
Саидова А.С., Файзиллоева Н.Б. Модернизация высшего образования, как важный фактор развития наук.	478

C++ va OpenCV YORDAMIDA Cu–Zn QOTISHMASI DONALARINING GEOMETRIK TAHLILINI AVTOMATLASHTIRISH

Samandarov I.R., Karimov S.Y.

Toshkent davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Mazkur maqolada Cu–Zn qotishmasining metallografik SEM tasvirida donalarning geometrik xususiyatlarini avtomatik aniqlash uchun ishlab chiqilgan C++ va OpenCV kutubxonalariga asoslangan algoritm taqdim etiladi. Dastur segmentatsiya asosida donalarning yuzasi, perimetri, shakl koeffitsienti va eksentrisitetini hisoblaydi.

Kalit soʻzlar: Cu–Zn qotishmasi, SEM tasvir, donalar tahlili, OpenCV, C++.

AUTOMATION OF GEOMETRIC ANALYSIS OF Cu–Zn ALLOY GRAINS USING C++ AND OpenCV

Samandarov I.R., Karimov S.Y.

Tashkent state technical university.

Annotation. This article presents an algorithm developed in C++ using the OpenCV library for the automated detection of grain geometric characteristics in the metallographic SEM image of a Cu–Zn alloy. Based on image segmentation, the program calculates the grain area, perimeter, shape coefficient, and eccentricity.

Keywords: Cu–Zn alloy, SEM image, grain analysis, OpenCV, C++.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЗЕРЕН СПЛАВА Cu–Zn С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ C++ И OpenCV

Самандаров И.Р., Каримов С.Ю.

Ташкентский государственный технический университет.

Аннотация. В данной статье представлен алгоритм, разработанный на языке C++ с использованием библиотеки OpenCV, для автоматического определения геометрических характеристик зёрен на металлографическом SEM-изображении сплава Cu–Zn. Программа на основе сегментации изображения рассчитывает площадь, периметр, коэффициент формы и эксцентриситет зёрен.

Ключевые слова: сплав Cu–Zn, SEM-изображение, анализ зёрен, OpenCV, C++.

Latun – mis va rux asosidagi ikki komponentli qotishma boʻlib, sanoatning koʻplab sohalarida keng qoʻllaniladi. Uning fizik-mexanik xossalari, xususan mustahkamlik, plastiklik va korroziyaga chidamlilik darajasi kristall strukturasi va mikrostrukturaviy tuzilmasi bilan bevosita bogʻliqdir. Mexanik ishlov berish, issiqlik bilan ishlov berish yoki bosim ostida deformatsiyalash natijasida latunning donaviy tuzilmasi sezilarli darajada oʻzgaradi [3].

Metallografik tahlil orqali ushbu oʻzgarishlarni aniqlash, baholash va hujjatlashtirish mumkin. Biroq anʼanaviy, qoʻlda bajariladigan usullar subyektiv va mehnat talab etuvchi boʻlib, aniqlik va takrorlanuvchanlik nuqtayi nazaridan kamchiliklarga ega. Shu sababli mikrostrukturadagi donalarning yuzasi, shakli va boshqa geometrik parametrlarini avtomatik tarzda aniqlash ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyat kasb etadi [2, 6].

Ushbu maqolada Cu–Zn qotishmasining metallografik SEM tasviri asosida, C++ dasturlash tili va OpenCV kutubxonasi yordamida ishlab chiqilgan algoritm orqali donalarning asosiy geometrik xususiyatlari avtomatik tarzda aniqlanadi va statistik jihatdan tahlil qilinadi.

Tadqiqot obyekti sifatida Cu–Zn asosidagi qotishmaning mikrostrukturasi tanlandi. Analiz obyekti boʻlgan tasvir skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida olingan boʻlib, unda materialning deformatsiyaga uchragan donalari aniq koʻrinadi.

Tasvirni raqamli qayta ishlash va geometriya boʻyicha tahlil qilish ishlari C++ dasturlash tili va OpenCV 4.5.1 kutubxonasi yordamida amalga oshirildi. Dasturiy muhit sifatida Visual Studio 2022 ishlatildi.

Algoritm quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

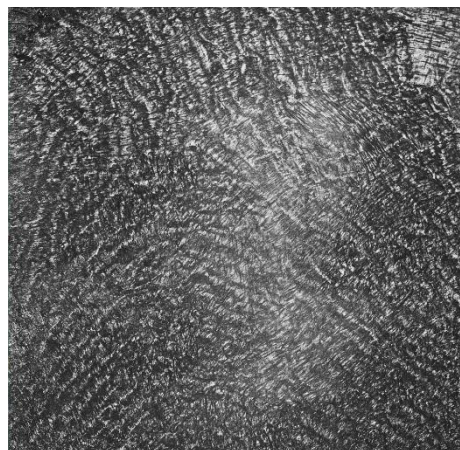
1. *Tasvirni kulrang formatga oʻtkazish.* RGB formatdagi rasm `cv::cvtColor()` funksiyasi yordamida kulrangga oʻtkazildi.
2. *Invers binarizatsiya.* Donalarni fon elementlaridan ajratish uchun `cv::threshold()` funksiyasi orqali tasvir oq-qora formatga oʻtkazildi (binarizatsiya).

3. *Konturlarni aniqlash.* `cv::findContours()` funksiyasi yordamida tasvirdagi har bir donaning tashqi chegaralari ajratildi.
 4. *Geometrik parametrlarni hisoblash.* Har bir kontur uchun quyidagi xususiyatlar aniqlangan:
 - *Yuza:* `cv::contourArea()`
 - *Perimetr:* `cv::arcLength()`
 - *Shakl koeffitsienti:* $K = \frac{4\pi A}{P^2}$ bu yerda A – dona yuzasi, P – perimetri
 - *Eksentrisitet (cho‘zilganlik darajasi):* $e = \sqrt{1 - \left(\frac{b^2}{a^2}\right)}$, a =katta o‘q, b =kichik o‘q
 - Elips parametrlarini aniqlashda `cv::fitEllipse()` funksiyasidan foydalanildi.
 5. *Shovqinni filtrlash.* Maydoni $A < 5 \text{ px}^2$ yoki perimetri $P < 10 \text{ px}$ bo‘lgan konturlar kichik artefaktlar sifatida baholanib, tahlildan chiqarildi.
- Yuqoridagi algoritm asosida jami 1655 ta valid dona aniqlanib, ularning har biri uchun geometrik ko‘rsatkichlar hisoblab chiqildi. Ushbu ma’lumotlar keyingi statistik tahlil va xulosa chiqarish bosqichlariga asos bo‘ldi.

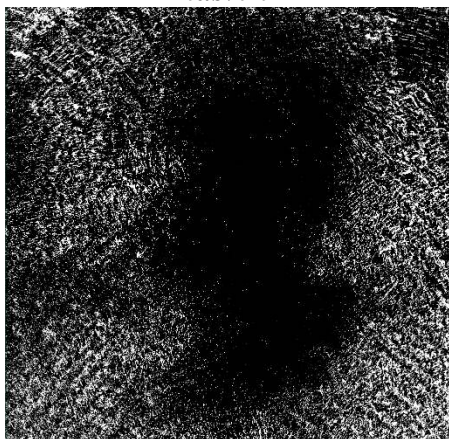
Algoritm natijasini quyidagi 1-rasmda ham ko‘rish mumkin.



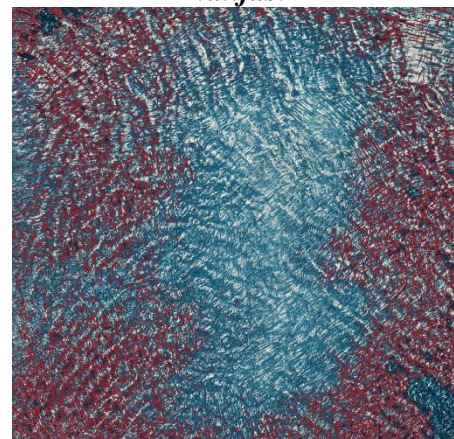
Cu – Zn (latun) ning SEM tasviri



Kulrang formatga o‘tkazilgan natijasi



Invers binarizatsiya natijasi



Donalarning segmentatsiya natijasi

Taklif etilgan algoritm *Cu–Zn* asosidagi qotishmaning mikrostrukturaviy tasvirini avtomatik tahlil qilish uchun ishlab chiqildi SEM mikrografik rasmda sinovdan o‘tkazildi. Algoritm asosida rasm segmentatsiya qilinib, har bir donaning konturi aniqlangan va ularning geometrik parametrlari hisoblab chiqildi.

Tahlil natijasida jami 1655 ta yaroqli dona ajratildi. Har bir dona bo'yicha yuzasi, perimetri, shakl koeffitsienti va eksentrisitet kabi morfologik ko'rsatkichlar avtomatik ravishda aniqlandi [4]. Quyidagi 1-jadvalda *Cu-Zn* qotishmasidagi donalarning asosiy statistik tavsiflari keltirilgan.

1-jadval.

***Cu-Zn* qotishmasi donalarining geometrik tahlili natijalari**

№	Parametr	Qiymat
1.	Umumiy dona soni	1655 ta
2.	Yuzaning o'rtacha qiymati	57.07 px ²
3.	Yuzaning minimal qiymati	5 px ²
4.	Yuzaning maksimal qiymati	18045 px ²
5.	Shakl koeffitsienti o'rtachasi	0.160
6.	Eksentrisitet o'rtachasi	0.812

Tahlil natijalariga ko'ra, donalarning yuzasi bo'yicha sezilarli farq mavjud: eng kichik donalar 5 px², eng yiriklari esa 18045 px² gacha yetadi. O'rtacha yuzaning 57 px² atrofida bo'lishi, material strukturasida kichik va zich joylashgan donalar ustunligini ko'rsatadi.

Shakl koeffitsientining pastligi (0.160) esa shuni bildiradiki, donalarning aksariyati mukammal sferik shaklga ega emas, balki noto'g'ri va cho'zilgan geometrik ko'rinishga ega. Bu esa metallga qo'llanilgan deformatsion yoki issiqlik ishlovining natijasi bo'lishi mumkin.

Shuningdek, eksentrisitet o'rtacha qiymatining yuqoriligi (0.812) donalarning elipssimon yoki cho'zilgan shaklga ega ekanligini bildiradi. Bu holat struktura ichida plastiklik yoki mahalliy deformatsiyalangan zonalar mavjudligini ko'rsatadi.

Olingan natijalar *Cu-Zn* qotishmasining mikrostrukturasini murakkab va o'zgaruvchan geometrik xususiyatlarga ega ekanligini ko'rsatadi. Donalarning umumiy soni 1655 ta bo'lishi va o'rtacha yuzaning 57.07 px² atrofida qayd etilishi materialda kichik o'lchamli va zich joylashgan donalar ustunligini bildiradi. Bu holat latunning charchoqqa chidamliligi va plastikligi nuqtayi nazaridan ijobiy omil hisoblanadi, chunki mayda donalar deformatsiyaga nisbatan barqarorroq bo'ladi.

Yuzaning minimal va maksimal qiymatlaridagi katta farq (5 px² dan 18045 px² gacha) esa materialda donalarning gibril tuzilmasi – ya'ni bir vaqtda mavjud bo'lgan katta va kichik donalar mavjudligini bildiradi. Bu holat qotishmaga issiqlik bilan ishlov berish jarayonida donalarning notekis o'sishi yoki qayta kristallanish jarayonining to'liq yakunlanmaganligidan dalolat beradi.

Shakl koeffitsienti o'rtachasi $K = 0.160$ bo'lishi donalarning aksariyati sferik shakldan ancha farq qilishini bildiradi. Ideal doira shaklida bo'lgan donalarda bu koeffitsient 1 ga yaqin bo'ladi. Shuning uchun aniqlangan qiymat natijasi materialning deformatsiyaga uchragan, cho'zilgan yoki bir-biriga bosilgan donalardan tashkil topganligini ko'rsatadi. Bu holat, ayniqsa, plastik deformatsiyalangan zonalar aniqlashda muhim diagnostik mezon bo'la oladi.

Eksentrisitetning yuqori o'rtacha qiymati ($e = 0.812$) esa ko'pchilik donalarning elipssimon yoki cho'zilgan shaklda ekanligini tasdiqlaydi.[2][5] Eksentrisitet $e \rightarrow 0$ bo'lsa, shakl aylanasimon, $e \rightarrow 1$ bo'lsa, juda cho'zilgan elips bo'ladi. Shu sababli natijada qayd etilgan qiymat latunning mikrostrukturasida yo'nalgan deformatsiya izlari va cho'zilgan kristallitlar mavjudligini ko'rsatadi. Bu holat materialga plastik ishlov berilganidan so'nggi holatni tahlil qilishda foydali bo'ladi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan algoritm donalarni aniqlash va ularning asosiy morfologik parametrlarini hisoblashda yuqori aniqlik va barqarorlik ko'rsatdi. Qayta ishlangan rasmda konturlar aniq chizilgan, geometrik xususiyatlar esa ishonchli statistik tahlilga asos bo'la oldi.

Mazkur tadqiqotda *Cu-Zn* qotishmasining metallografik SEM tasvirida donalarning geometrik xususiyatlarini avtomatik aniqlash uchun C++ dasturlash tili va OpenCV kutubxonasidan foydalangan holda samarali algoritm ishlab chiqildi. Taklif etilgan usul real tasvir asosida sinovdan o'tkazilib, quyidagi asosiy natijalarga erishildi:

Tasvirdagi 1655 ta dona muvaffaqiyatli segmentatsiya qilindi;

Har bir dona uchun yuzasi, perimetri, shakl koeffitsienti va eksentrisiteti kabi geometrik parametrlar avtomatik hisoblandi;

O'rtacha eksentrisitetning yuqori qiymati (0.812) va shakl koeffitsientining past bo'lishi (0.160) natijasida donalarning elipssimon va cho'zilgan shakllarda ekanligi aniqlandi;

Tahlil qilingan tasvirdagi donalar o'lchami keng diapazonda taqsimlangani material strukturasida donalarning notekisligi va deformatsiyalangan zonalar mavjudligini ko'rsatdi.

Ushbu algoritm metallografik tahlil sohasida qo'lda bajariladigan subyektiv baholashlardan voz kechish, ish samaradorligini oshirish va natijalarning takrorlanuvchanligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega [1],[6]. Metallarni sifat nazorati, mikrostrukturani o'rganish va modellashtirishda bu kabi avtomatlashtirilgan yondashuvlar samarali vosita bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kelgusida ushbu algoritmga fazaviy ajratish, sun'iy intellekt yordamida donalarni klassifikatsiya qilish yoki deformatsiyalangan zonalar avtomatik aniqlash modullarini qo'shish orqali yanada takomillashtirish rejalashtirilmoqda [6].

C++ da OpenCV yordamida yozilgan kod matni quyidagicha:

```
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <cmath>
int main() {
    // 1. Asl rasmni yuklash
    cv::Mat original = cv::imread("C:/Users/User/Desktop/477.png");
    if (original.empty()) {
        std::cerr << "Rasm yuklanmadi!" << std::endl;
        return -1;
    }
    cv::imshow("1. Asl rasm", original);
    // 2. Kulrangga o'tkazish
    cv::Mat gray;
    cv::cvtColor(original, gray, cv::COLOR_BGR2GRAY);
    cv::imshow("2. Kulrang rasm", gray);
    // 3. Invers binarizatsiya
    cv::Mat binary;
    cv::threshold(gray, binary, 50, 255, cv::THRESH_BINARY_INV);
    cv::imshow("3. Binarizatsiya (invert)", binary);
    // 4. Segmentatsiya
    std::vector<std::vector<cv::Point>> contours;
    cv::findContours(binary, contours, cv::RETR_EXTERNAL, cv::CHAIN_APPROX_SIMPLE);
    // 5. Segmentatsiyalangan rasm
    cv::Mat segmented = original.clone();
    cv::drawContours(segmented, contours, -1, cv::Scalar(0, 0, 255), 1);
    cv::imshow("4. Segmentatsiya", segmented);
    // 6. Geometrik xususiyatlar statistikasi
    int validCount = 0;
    double sumArea = 0, sumShape = 0, sumEcc = 0;
    double minArea = DBL_MAX, maxArea = 0;
    int eccCount = 0;
    for (const auto& c : contours) {
        double area = cv::contourArea(c);
```

```

double perimeter = cv::arcLength(c, true);
if (area < 5.0 || perimeter < 10.0) continue; // Shovqinni inkor etish
double shapeCoeff = (perimeter == 0) ? 0 : 4 * CV_PI * area / (perimeter * perimeter);
double ecc = 0.0;
if (c.size() >= 5) {
    cv::RotatedRect ell = cv::fitEllipse(c);
    double a = std::max(ell.size.width, ell.size.height) / 2.0;
    double b = std::min(ell.size.width, ell.size.height) / 2.0;
    if (a > 0) {
        ecc = sqrt(1.0 - (b * b) / (a * a));
        sumEcc += ecc;
        eccCount++;
    }
}
sumArea += area;
sumShape += shapeCoeff;
validCount++;
if (area < minArea) minArea = area;
if (area > maxArea) maxArea = area;
}
// 7. Statistik xulosalar
std::cout << "\n?? DONALARNING GEOMETRIK TAHLILI NATIJALARI:\n";
std::cout << "=====\n";
std::cout << " ♦ Umumiy dona soni      : " << validCount << "\n";
std::cout << " ♦ Yuzaning o'rtacha qiymati : " << (validCount > 0 ? sumArea / validCount : 0)
<< " px\n";
std::cout << " ♦ Yuzaning minimal qiymati : " << minArea << " px\n";
std::cout << " ♦ Yuzaning maksimal qiymati : " << maxArea << " px\n";
std::cout << " ♦ Shakl koeff. o'rtachasi   : " << (validCount > 0 ? sumShape / validCount : 0)
<< "\n";
if (eccCount > 0)
    std::cout << " ♦ Eksentrisitet o'rtachasi : " << (sumEcc / eccCount) << "\n";
else
    std::cout << " ♦ Eksentrisitet o'rtachasi : 0.0 (ellipse moslashtirib bo'lmadi)\n";
// 8. Segmentatsiyalangan rasmni saqlash
cv::imwrite("C:/Users/User/Desktop/477_segmented_final.png", segmented);
// 9. Kutish
cv::waitKey(0);
cv::destroyAllWindows();
return 0;
}

```

Ushbu tadqiqotda Cu–Zn qotishmasining metallografik SEM tasviridagi donalarni avtomatik tahlil qilish uchun C++ dasturlash tili va OpenCV kutubxonasi asosida algoritm ishlab chiqildi. Segmentatsiya asosida jami 1655 ta yaroqli dona ajratilib, ularning yuzasi, perimetri, shakl koeffitsienti va eksentrisiteti kabi morfologik ko'rsatkichlari aniqlandi.

Olingan natijalar latun mikrostrukturasi murakkab va notekis geometriyaga ega ekanligini ko'rsatdi. Donalarning elipssimon shakli va o'zgaruvchan o'lchamlari materialning deformatsiyaga uchragan zonolari mavjudligini bildiradi. Taklif etilgan algoritm metallografik tahlilni

avtomatlashtirish, inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytirish va statistik barqarorlikni ta’minlashda samarali vosita bo‘la oladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Gonzalez, R.C. Digital image processing: textbook / R.C. Gonzalez, R.E. Woods. – 4th ed. – Pearson Education, 2018. – 1168 p. – ISBN 978-0-13-335672-4.
2. Chen, L. Automatic microstructure segmentation in metallographic images using deep learning techniques / L. Chen, X. Wang, H. Zhang // *Materials Characterization*. – 2021. – Vol. 175. – P. 111052. – DOI: 10.1016/j.matchar.2021.111052.
3. Бернштейн, М.Л. Металловедение и термическая обработка стали: справочник. Т. 1. Методы испытаний и исследований / М.Л. Бернштейн, А.Г. Рахштадт. – М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
4. Каримов, С.Я. Извлечение и оценка морфологических параметров частиц на SEM-изображениях с применением C++ и OpenCV / С. Я. Каримов // *Journal of New Century Innovations*. – 2025. – № 78(3). – С. 96–102.
5. Karimov, S.Y. Mis qotishmalarining SEM tasvirlarida donalarni kompyuter ko‘rish asosida topologik klassifikatsiyasi / S.Y. Karimov // *Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences*. – 2025. – № 5. – В. 174-181.
6. Хасанов, О.Б. Рақамли тасвирларни қайта ишлаш: назария ва амалиёт / О. Б. Хасанов, А. Р. Турсунов. – Тошкент: Фан ва технология, 2020. – 248 б. – ISBN 978-9943-7065-40-7.

*Samandarov Ilxomjon Rasulovich – Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali
“Matematika va tabiiy fanlar” kafedrası dotsenti*

*Karimov Sardor Yashinovich – Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali
“Matematika va tabiiy fanlar” kafedrası assistenti Tel: +998 99 404 91 18 E-mail:
mr_man89@mail.ru*