

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



**2**  
**2025**



*Тахририят ҳайъати раиси:*

**СИДДИҚОВА С.Ғ. –**

**Бухоро муҳандислик-технология институти ректори**

*Муовини:*

**НИЗАМОВ А.Б. –**

**БухМТИ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори**

*Тахрир ҳайъати:*

**МУҚИМОВ К.М. –** ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

**ЖАЛИЛОВ А.Т. –** ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

**НЕГМАТОВ С.Н. –** ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

**БАҲОДИРОВ Ғ.А. –** т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

**ХАМИДОВ О.Х. –** иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

**ЖАЛИЛОВ Т.Қ. –** иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

**МУХТАРОВ Н.Ш. –** техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтегаз” АЖ)

**ТУХСАНОВ Х.А. –** иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтегаз” АЖ)

**МАДИЕВ Р.Х. –** техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГKM” МЧЖ)

**АДИЗОВ Б.З. –** техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

**ХУРМАМАТОВ А.М. –** техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

**СОБИРОВА Н.К. –** филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

**ҒАФУРОВ Д.О. –** Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий- маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.ф.д (PhD)

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

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

**ШАРИПОВ М.З. –** физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

**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

**НИЗОМОВ А.Б. –** иқтисод фанлари доктори, профессор

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

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

**ЖЎРАЕВА М.М. –** филология фанлари доктори (DSc), профессор

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

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

**ХАЙИТОВ Р.Р. –** техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

**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. –** кимё фанлари номзоди, профессор

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

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

*Бош муҳаррир:*

**ДЎСТОВ Ҳ.Б. –** кимё фанлари доктори, профессор

*Муҳаррирлар:*

**БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.**

*Мусахҳих:*

**АРТИКОВА М.М.**

## **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 муҳандислик-технология институти**

*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.*

*Тахририят манзили:*

**200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти**

**Тел: 0(365) 223-92-40**

**Факс: 0(365) 223-78-84**

**Электрон манзил:**

**E-mail: [fantt\\_jurnal@umail.uz](mailto:fantt_jurnal@umail.uz)**

*Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан*

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

*сайти орқали танишиш мумкин.*

*Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.*

# МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

| ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР                                                                                                                                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Sharipov N.Z.</b> Gilos danagini chaqishga sarf bo‘ladigan kuchni tadqiq qilish . . . . .                                                                                                                              | <b>4</b>   |
| <b>Обитов Н.М., Орипов З.Б.</b> Повышение литейные свойства магналиев . . . . .                                                                                                                                           | <b>8</b>   |
| <b>Teshaboyev O.A.</b> Momiqni tashuvchi va tozalovchi to‘rli yuzasi tebranuvchi vintli konveyer yuklanishlari va aylanish chastotalarini tajribada aniqlash . . . . .                                                    | <b>13</b>  |
| <b>Oripov Sh., Mamakhonov A.A., Orifjonov S.</b> Review of performance and applications of hybrid wind turbines . . . . .                                                                                                 | <b>18</b>  |
| <b>Беккулов Ж.Ш., Норбоев О.Н.</b> Устройство для быстрого и непрерывного измерения влажности порошкообразных продуктов . . . . .                                                                                         | <b>25</b>  |
| <b>Hojiyev T.S., Samiyev K.A.</b> Passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binosi tashqi devorlarining issiqlik izolyatsiya qatlami turini tanlash . . . . .                                                          | <b>28</b>  |
| КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>Рахимов Ф.Ф., Джунаидов Х.Х., Сафарова Р.У.</b> Монометилломочевина ва тетраэтоксисилан асосидаги олигомернинг квант-кимёвий ҳисоблашлари . . . . .                                                                    | <b>35</b>  |
| <b>Hojiyeva F.J., Amonov M.R.</b> Ohorlovchi komponentlar tarkibini ishlab chiqishning fizik-kimyoviy asoslari . . . . .                                                                                                  | <b>39</b>  |
| <b>Abdiraximov I.E.</b> Gazlarni qayta ishlashda gidrat hosil bo‘lishini oldini olish usullari . . . . .                                                                                                                  | <b>43</b>  |
| <b>Maxmudov M.J., To‘xtayev N.N.</b> Metil uchlamchi butil efiri ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarini tahlili. . . . .                                                                                        | <b>47</b>  |
| <b>Jo‘rayeva L.R.</b> N-metilpirrolidonning xom-ahyoga nisbatan har xil nisbatda olinuvchi selektiv tozalangan rafinatlar tarkibidagi polisiklik aromatik uglevodorodlar tarkibini aniqlash . . . . .                     | <b>54</b>  |
| <b>Xo‘jaqulov A.F., Toshov M.S.</b> Dizel moylarining kolloid-kimyoviy xossalriga turli funksional qo‘ndirmalar ta’sirini tadqiq etish . . . . .                                                                          | <b>57</b>  |
| <b>Xo‘jaqulov A.F., Raximov Z.Z.</b> Kolloid sistemalarning molekulyar kinetik xossalari asosida transformator moylarini tahlili . . . . .                                                                                | <b>64</b>  |
| <b>Tashpulatov X.Sh., Hamdamova D.R.</b> Bo‘yoq sezgir quyosh elementlari uchun geteroeptik mis(I) kompleks birikmalarining sintezi va tadqiqoti. . . . .                                                                 | <b>69</b>  |
| <b>Eshqurbonov F.B., Abduraimov J.B.</b> Diglitsidilkarbamid va dimetilolkarbamid asosida burg‘ulash eritmalari olish usullarini tadqiq qilish . . . . .                                                                  | <b>74</b>  |
| <b>Zokirov X.T., Abdullaev O.G., Toshmatov Y.R.</b> Prospects for using waste generated at “Ferganaazot” JSC as a filler in the production of gypsum dry construction mixtures . . . . .                                  | <b>78</b>  |
| <b>Axmedova O.B., Axmedova Sh.U.</b> Absorbent kompozitsiyalarining absorbsiya va desorbsiya jarayonlaridan keyingi fizik-kimyoviy xossalari . . . . .                                                                    | <b>83</b>  |
| МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА                                                                                                                                                                                                |            |
| <b>A‘zamov S.S.</b> Investigation of electromagnetic current transformer performance characteristics for measuring and controlling the reactive power dissipation of a short-circuited rotor asynchronous motor . . . . . | <b>89</b>  |
| <b>Xushiyeve S.M., Mamadiyev X.N., Davirov A.Q.</b> Nosimmetrik rejimlarni kuch transformatorining samaradorligiga ta’siri . . . . .                                                                                      | <b>94</b>  |
| <b>Muratova Z.A., Juraev Z.</b> Tibbiy maqsadlarda noto‘qima mato ishlab chiqarishda intellektual texnologiyalarining dolzarbligi va muammolari. . . . .                                                                  | <b>100</b> |
| <b>Жалилов Р.Б., Камалов У.У., Караев А.Т.</b> Анализ действующих и исследование современных инновационных систем теплоснабжения жилых массивов городов . . . . .                                                         | <b>106</b> |
| <b>Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S.</b> Fotoelektrik batareyalarning energetik parametrlarini monitoring va diagnostika tizimi uchun qurilma ishlab chiqish . . . . .                                             | <b>116</b> |



|                                                                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D.</b> Karyer bir cho‘michli ekskavatorlarning ish rejimlarini optimallashtirish . . . . .                                                            | <b>122</b> |
| <b>Narzullayev B.Sh., Boboqulov J.S.</b> Qo‘zg‘atish tokini monitoringgi asosida sinxron generatorlarni energiya samaradorligini oshirish usullarining tahlili. . . . .                                           | <b>127</b> |
| <b>Бабаназарова Н.К., Хусенов Д.Р.</b> Анализ расхода электроэнергии на производственные нужды, на примере газотранспортной системы . . . . .                                                                     | <b>135</b> |
| <b>ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР</b>                                                                                                                                                            |            |
| <b>Мухамедиева Д.Т., Раупова М.Х.</b> Квантовые вычисления на основе специального язык программирования «Qiskit». . . . .                                                                                         | <b>140</b> |
| <b>Муратова З., Жураев З.</b> Цифровизация систем управления при производстве нетканых материалов медицинского назначения путем переработки шелковых отходов . . . . .                                            | <b>144</b> |
| <b>Мамедов Р.А.</b> Разработка математической модели гидрокинетической турбины, адаптированной для эффективной работы в свободнопоточных водотоках . . . . .                                                      | <b>150</b> |
| <b>Shadmanov I.U., Adizova Z.M., Nosirova Z.E.</b> G‘ovak jismlarni saqlashda issiqlik va namlik ko‘chish jarayonlarini bashoratlash uchun matematik model va sonli algoritmlar . . . . .                         | <b>162</b> |
| <b>Ibragimov R.R., Jumayev J., Narziyev M.S., Qo‘ldosheva F.S.</b> To‘liq faktorli eksperiment usulida meva va sabzavotlarni sterilizatsiyalash jarayonini modellashtirish . . . . .                              | <b>168</b> |
| <b>Qo‘ziyev Z.E.</b> Реактив гидротурбинали микро гидроелектр стansiyani matematik modellashtirish . .                                                                                                            | <b>175</b> |
| <b>Abdurazakov N.</b> Robust residential load forecasting with manual feature engineering . . . . .                                                                                                               | <b>181</b> |
| <b>O‘lmasov Q.N.</b> Quyosh fotopanellarini «MATLAB/SIMULINK» tizimida modellashtirish . . . .                                                                                                                    | <b>188</b> |
| <b>Хаитов Б.У., Махмудов М.Ш.</b> Применение морфометрических данных рельефа в оценке благоустройства городских территорий . . . . .                                                                              | <b>196</b> |
| <b>Safarov A.B., Sayfiddinov K.E., Qahhorov M.M.</b> Shamol turbinasini "ANSYS FLUENT" tizimida modellashtirish . . . . .                                                                                         | <b>202</b> |
| <b>ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>                                                                                                                                                                          |            |
| <b>Ergasheva X.B., Elmurodova A.S., Shadiyeva M.SH.</b> O‘zbekistonda yetishtirilgan sholi navlarining texnologik tavsifi va uni qayta ishlash mahsulotlarining kimyoviy tarkibi . . . . .                        | <b>215</b> |
| <b>Шодиев Б.М., Хакимов Ш.Ш.</b> Маҳаллий махсар уруғларидан олинган мойларни рафинациялаш технологик шароитлари . . . . .                                                                                        | <b>220</b> |
| <b>Садуллаев С.Х., Мирзаев Ж.Д., Равшанов С.С.</b> Тритикале ва буғдой унлари турли нисбатларининг хамир реологик хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш . . . . .                                                    | <b>225</b> |
| <b>Мухаммадиев Б.Т., Турсунова Н.Н.</b> Структура отдела качества и безопасности пищевых продуктов . . . . .                                                                                                      | <b>230</b> |
| <b>Ашурова М.З., Сулайманова Г.Х., Ганиева Н.Х.</b> Изменение качественного и количественного состава эфирных масел пряной зелени при тепловой кулинарной обработке . . . . .                                     | <b>234</b> |
| <b>Barakayev N.R., Kamolova M.X., Sayidaxmedov R.R., Rajabov A.N.</b> Bug‘doy donlari va don mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarini zamonaviy tahlili . . . . .                                               | <b>239</b> |
| <b>Oltiyev A.T., Bozorova D.N., Hasanova A.Sh.</b> Biokatalizatorlarning yangi avlodi yordamida yog‘larni pereeterifikatsiya qilish texnologiyasini takomillashtirish . . . . .                                   | <b>243</b> |
| <b>Turg‘unpo‘latova Sh.M., Saribayeva D.A.</b> Pastila mahsulotlari assortimentini kengaytirishning ilmiy asoslari . . . . .                                                                                      | <b>248</b> |
| <b>Ravshanov S.S, Nurmatov I.R, Tursunxodjaev N.T, Maksumxodjaeva K, Raxmonov Q.S.</b> Bug‘doy donini un tortishga tayyorlashda suv qattiqligining un chiqish unumiga va texnologik xossalariga ta’siri . . . . . | <b>252</b> |
| <b>Turg‘unov Sh.X., Mallabayev O.T., Saribayeva D.A.</b> Chicorium (hindibo) o‘simligi tarkibidagi vitaminlar tadqiqi . . . . .                                                                                   | <b>258</b> |
| <b>Мухамедова М.Э.</b> Нетрадиционное сырьё в производстве диабетических сухарей . . . . .                                                                                                                        | <b>262</b> |

## ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

|                                                                                                                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Мўминов Қ.М., Хамраева С.А.</b> Кўйлакбоп матода жойлашган танда ва арқоқ ипларининг параметрларини тадқиқ этиш. ....                                                                                              | <b>269</b> |
| <b>Muhammedova M.O.</b> Inson oyoq panjasining antropometrik tahlili va uning o'zgaruvchanligini tavsiflovchi statistik parametrlar. ....                                                                             | <b>273</b> |
| <b>Gafurova N.T., Hasanova M.E.</b> Bolalar kiyimlariga qo'yiladigan talablarni shakllantirish ....                                                                                                                   | <b>278</b> |
| <b>Асадова С.С., Хамроева М.Р.</b> История драпировки одежды и ее значение сегодня ....                                                                                                                               | <b>284</b> |
| <b>Набиджанова Н.Н., Насирова М.Б.</b> Типовийдан фарқланувчи эркалар қоматларига кийим ишлаб чиқариш учун тўқима матоларининг физик-механик хусусиятларини ўрганиш ва таҳлил қилиш ....                              | <b>289</b> |
| <b>Ortiqov Z.U., Sarimsakov.O.Sh.</b> Paxta xomashyosiga ishlov berishning mexatronik namlash mashinalari va agregatlari ....                                                                                         | <b>293</b> |
| <b>Jo'rayeva M.A., Nabidjonova N.N.</b> Maktabgacha ta'lim muassasidagi tarbiyalanuvchilar maxsus kiyimi uchun tanlangan matoning boshqa matolardan afzaliklari ....                                                  | <b>299</b> |
| <b>Sharibaev N.Yu., Homidov Q.A.</b> Matoning sifatini tekshirishda hosil bo'ladigan qarshilik kuchlarini mexanik qoniniyat asosida nazariy taxlil qilish ....                                                        | <b>302</b> |
| <b>Гафурова Н.Т., Хужаева М.Э.</b> Разработка топографической карты специальной одежды для прядильщиков ....                                                                                                          | <b>308</b> |
| <b>Ражабова Г.Ж.</b> Тез ўзгарувчан моданинг атроф-муҳитга таъсири ....                                                                                                                                               | <b>312</b> |
| <b>Tursunova Z.N.</b> Shaxsning umumiy biosotsial strukturasi ....                                                                                                                                                    | <b>317</b> |
| <b>Умаров А.А., Кенжаева М.И., Ортиқова К.И., Усмонов Ш.К.</b> Аррали жин ишчи камерасида тезлатгичнинг пахта оқимиға таъсир қилувчи кучларнинг назарий таҳлили ...                                                   | <b>321</b> |
| <b>Mamadaliyeva Z.Y., Nabidjonova N.N.</b> Maxsus kiyimlar va ularning kelib chiqish tarixi, suv o'tkazmaydigan matolarning xususiyati va tahlili ....                                                                | <b>326</b> |
| <b>Tursunov Ch.A., Qarshiyev B.E., Djamolov R.K.</b> Tukli chigitni pnevmo-mexanik saralash mashinasida chigitlarni titkilab donadorligini oshiruvchi tishli diskli ta'minlash valigining o'lchamlarini aniqlash .... | <b>330</b> |
| <b>Sayitqulov S.O., Salomov A., Рамазонов С.</b> Arrali tola ajratgich mashinasining chigit tarog'ining ekspremental tadqiqi ....                                                                                     | <b>335</b> |
| <b>Худойбердиев М.Р., Очиллов Т.А., Ёдгоров С.Қ.</b> Турли селекция навларидан олинган иплар нотекислик кўрсаткичларининг ўзгариши. ....                                                                              | <b>338</b> |
| <b>Наврузов Н., Якубов К., Ахмедов К., Уразматова М.</b> Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси. ....                                                                                           | <b>343</b> |
| <b>Ismoyilov I.B., Qo'ldoshev E.I., Ismoyilov F.B., Qayumov J.A.</b> Jun tolasi tarkibidagi begona aralashmalarni tozalash mashinasining texnologik parametrlarini nazariy asoslash ....                              | <b>347</b> |
| <b>Qo'ldoshev E.I., Ismoyilov I.B., Ismoyilov F.B.</b> O'zbekistonda yetishtirilayotgan jun xomashyosi maxsuldorligi va sifat ko'rsatgichlari. ....                                                                   | <b>354</b> |
| <b>Бебутова Н.Н., Комилова Х.</b> Разработка коллекции спецодежды для работников АПК с применением компьютерной графики «COREL DRAW». ....                                                                            | <b>359</b> |
| <b>АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР</b>                                                                                                                                                                               |            |
| <b>Hikmatov N.I.</b> Energiya samaradorli qurilish uchun zamonaviy issiqlik himoyalovchi materiallar                                                                                                                  | <b>364</b> |
| <b>Вахитов М.М., Вохидов И.М., Нозимов У.А.</b> Техническое состояние поверхностей фасадов исторического здания японского госпиталя в г. Кагане. ....                                                                 | <b>368</b> |
| <b>Mirzayev Sh.R., Ismatov S.S.</b> The influence of traditions, social and climatic factors on the tectural design of multi-storey residential buildings: the case of the city of Bukhara ....                       | <b>374</b> |
| <b>Баракатова Д.А.</b> Исҳоқхон тўра ибрат илмий мероси. “Мезон ун-низом” асари ҳақида ..                                                                                                                             | <b>377</b> |
| <b>Азимова Н.Ф.</b> Лев толстой ижоди. “Анна Каренина” романи ҳақида ....                                                                                                                                             | <b>381</b> |

## G'OVAK JISMLARNI SAQLASHDA ISSIQLIK VA NAMLIK KO'CHISH JARAYONLARINI BASHORATLASH UCHUN MATEMATIK MODEL VA SONLI ALGORITMLAR

Shadmanov I.U., Adizova Z.M., Nosirova Z.E.

*Buxoro davlat universiteti.*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada g'ovak jismlarni saqlashda issiqlik va namlik ko'chishini bashorat qilishga qaratilgan matematik model va sonli algoritmlar ishlab chiqilgan. Ushbu maqolada, mazkur jarayonlarni tahlil qilish va bashoratlash imkonini beruvchi tenglamalar tizimi shakllantirilib, uning sonli yechim usullari keltirilgan. Taklif etilgan model va algoritmlar yordamida harorat va namlik o'zgarishlarini vaqt va fazoda hisoblash hamda bashorat qilish orqali saqlash sharoitlarini optimallashtirish bo'yicha tavsiyalar beriladi. Natijalar g'ovak jismlarni saqlash sifati va barqarorligini ta'minlash uchun qo'llanilishi mumkin. Tadqiqot ob'yekti sifatida don mahsulotlari olingan.

**Kalit so'zlar:** g'ovak jismlar, issiqlik ko'chishi, namlik ko'chishi, don mahsulotlari, saqlash jarayonlari, matematik model, sonli algoritmlar, bashoratlash, fizik-kimyoviy xususiyatlar, saqlash sifati, barqarorlik.

## ПОРИСТЫЕ ТЕЛА ПРИ ХРАНЕНИИ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЧИСЛЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВЛАГООБМЕНА

Шадманов И.У., Адизова З.М., Носирова З.Э.

*Бухарский государственный университет.*

**Аннотация.** В данной статье разработаны математическая модель и численные алгоритмы, направленные на прогнозирование процессов теплообмена при хранении пористых тел. В статье представлена система уравнений, позволяющая анализировать и прогнозировать эти процессы, а также приведены численные методы их решения. Разработанные модели и алгоритмы позволяют рассчитывать и прогнозировать изменения температуры и влажности во времени и пространстве, что способствует оптимизации условий хранения.

**Ключевые слова.** пористые тела, теплоперенос, влагоперенос, зерновые продукты, численные алгоритмы, прогнозирование, физико-химические свойства, качество хранения, стабильность..

## POROUS BODIES IN STORAGE: MATHEMATICAL MODEL AND NUMERICAL ALGORITHMS FOR PREDICTING HEAT AND MOISTURE TRANSFER PROCESSES

Shadmanov I.U., Adizova Z.M., Nosirova Z.E.

*Bukhara state university.*

**Annotation.** This article presents a mathematical model and numerical algorithms aimed at predicting heat and moisture transfer during the storage of porous bodies.. In this study, a system of equations has been developed to analyze and predict these processes, and numerical methods for solving them are provided. The proposed model and algorithms enable the calculation and prediction of temperature and moisture variations in both time and space, allowing for the optimization of storage conditions. The results can be applied to ensure the quality and stability of stored porous materials. Grain products have been chosen as the research object.

**Keywords.** porous bodies, heat transfer, moisture transfer, grain products, storage processes, mathematical model, numerical algorithms, prediction, physicochemical properties, storage quality, stability.

**Kirish.** Hozirgi kunda don mahsulotlarni saqlashdagi issiqlik almashinuvi jarayonlarini turli sharoitlar uchun o'rganish imkonini beruvchi qator matematik modellar, hisoblash algoritmlari va dasturiy majmualar yaratilgan. Shunga qaramasdan, don mahsulotlardagi issiqlik almashinuvi jarayonlariga ta'sir etuvchi ichki issiqlik ajralib chiqishi, tashqi muhit haroratining o'zgarishi hamda quyosh radiatsiyasi singari tabiiy omillarning ta'sirini tadqiq etish, baholash va tahlil qilish imkonini beruvchi matematik hamda kompyuter modellarini yaratish muammolari yetarli darajada o'rganilmagan.

Don mahsulotlarini tabiiy holatda quritish, saqlash va qayta ishlashning texnologik jarayonlarini modellashtirish masalalari bilan A.Z. Mamatov, A.P. Parpiyev, B.M. Mardonov, A.K. Usmonqulov, E. Zikriyayev, A.X. Ataulayev va boshqalar shug'ullanganlar.

Quritish jarayonini modellashtirish ushbu mexanizmni chuqur tushunish, suyuqlik dinamikasini, shuningdek, issiqlik va massa o'tkazuvchanligini aniqlash va bashorat qilish uchun muhim vosita hisoblanadi. Mazkur maqolada [1], quritish texnologiyalari uchun hozirgi modellashtirish usullarini o'rganib, texnologiyaning rivojlanishida hal qilinishi kerak bo'lgan

muammolarni ko'rib chiqadi va yanada innovatsion va barqaror quritish texnologiyalarini yaratish uchun yangi yondashuvlar taklif etilgan.

Don oqsillari biologik faol birikmalarni qamrab olgan holda yupqa qatlamlar hosil qilish xususiyatiga ega, bu esa oziq-ovqat mahsulotlarining ozuqaviy qiymatini oshirib, ularning saqlash muddatini uzaytirishga yordam beradi. Bugungi kunda ekologik toza oqsil manbalariga bo'lgan global talab tobora ortib borayotgan bir paytda, don oqsillari ushbu talabni qondirish uchun muhim va istiqbolli mahsulot sifatida ko'rilmogda. Tadqiqotda keltirilganidek [2], don oqsillarining molekulyar xususiyatlari va texnologik imkoniyatlari bo'yicha olib borilayotgan keyingi izlanishlar ovqatlanish sifatini yaxshilash va atrof-muhitni muhofaza qilish bilan bog'liq muammolarni hal qilishda yangi istiqbollarni ochib beradi.

Mazkur maqola [3] don ekinlaridagi asosiy uchuvchi birikmalar va ularning hosil bo'lish mexanizmlarini, shuningdek, an'anaviy va zamonaviy tahlil strategiyalari keng qamrovda o'rganilgan. Maqolada ushbu birikmalarni tartibga solish choralari ham alohida e'tibor qaratilgan, bu esa don mahsulotlarining sifatini oshirish va ularning xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Don mahsulotlari ochlikka qarshi global kurashda asosiy rol o'ynab kelmoqda. G'alla yetishtirish hajmining o'sishiga asosiy turtki sifatida noorganik azotdan foydalanishning ortishi ko'rsatildi. Ammo azotni samarasiz ishlatish va ortiqcha azotning atrof-muhit, tuproq va inson salomatligiga salbiy ta'siri muammolarni keltirib chiqarmoqda. Shu sababli, azotdan foydalanish samaradorligini oshirish uchun boshqarish strategiyalari va genetik manipulyatsiya zarurati tug'ildi. Atrof-muhitga xavf tug'diruvchi azot oqimi, denitrifikatsiya va boshqa azot yo'qotishlari bu masalada alohida e'tiborga sazovor. Tadqiqotda [4] azotning o'simliklardagi o'rni, uning so'rilishi va tashuvchilari keng yoritilgan bo'lib, ushbu jihatlar global oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Masshtablash usullaridan foydalanish, makro va mikro ishlab chiqarishni tavsiflash imkonini beruvchi ko'p o'lchovli modellashtirish usuli ko'plab sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ushbu usul oziq-ovqat mahsulotlarini fazoviy yoki vaqtinchalik miqyosda issiqlik bilan ishlov berish jarayonidagi iyerarxik o'zgarishlarni o'rganish uchun juda samaralidir. Tadqiqotda [5] olimlar uzatish jarayonlari bilan bog'liq ko'p o'lchovli hodisalarni umumlashtirib, an'anaviy modellashtirishga nisbatan ko'p o'lchovli modellashtirishning afzalliklarini, jumladan, o'zgaruvchan jismoniy xususiyatlarni va real omillarni hisobga olishni taklif qiladilar. Shuningdek, maqolada ko'p o'lchovli modellashtirish uchun zarur bo'lgan masshtablar va tuzilgan hisoblarni birlashtirish usullari batafsil bayon etilgan. Bundan tashqari, ko'p o'lchovli modellarni rivojlantirishdagi muammolar va istiqbollar ham muhokama qilingan.

Don, moyli va dukkakli ekinlar odamlar va uy hayvonlari uchun kundalik ratsionning muhim qismini tashkil etadi hamda ishlab chiqaruvchilar va don sanoati uchun katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Biroq, donning yo'qolishi, ya'ni saqlash vaqtida noto'g'ri ishlov berishdan kelib chiqadigan sifat va miqdor muammolari tez-tez uchrab turadi. Donni saqlash jarayoni biotik va abiotik omillar o'rtasidagi bir nechta o'zaro ta'sirlarni o'z ichiga oladi, bu esa uni qiyinlashtiradi. Yillar davomida matematik modellashtirish saqlash sharoitlarini real vaqtda baholash, bashorat qilish va simulyatsiya qilishda muhim rol o'ynaydi. Ushbu maqolada [6] tadqiqotchilar don saqlash muammolarini hal qilishda qo'llaniladigan modellashtirish yondashuvlariga keng qamrovli sharh taqdim etadilar. Ular analitik va raqamli yondashuvlar yordamida matematik muammolarni hal qilishning turli usullarini tavsiflaydilar.

Don oqsil, kaltsiy, fosfor va oltingugurtning asosiy manbai bo'lib, so'nggi yillarda talab ortib borayotgan bioetanol ishlab chiqarish mahsulotlarining muhim qo'shimchasi. Don ishlab chiqarish jarayonida energiya sarfini kamaytirish va g'alla energiyasini qayta tiklash bioetanolning barqaror ishlab chiqarilishi uchun juda muhimdir. Ushbu maqola [7] birinchi bo'lib bir nechta chastotali, multimodli va modulyatsiyali yangi ultratovushli to'g'ridan-to'g'ri aloqa quritgichini ishlab chiqilgan.

O'rim-yig'imdan keyin oziq-ovqat donlarini saqlash jarayonidagi o'zgarishlarni o'rganish uchun sinxrotron rentgenografiyasi va spektroskopiya usullari qo'llanilgan. G'arbiy bug'doyning uchta navini besh hafta davomida 17% namlikda saqlangan. Nazorat qilinadigan va quruq saqlanadigan, namlangan urug'lar biokimyoviy o'zgarishlar va ozuqaviy xususiyatlar uchun sinxrotron hajmli floresan rentgen spektroskopiyasi va Kanada yorug'lik manbasida o'rta infraqizil spektroskopiya yordamida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalarida [8], qattiq bug'doyning barcha navlari hafta oxiriga kelib yomonlashishini va bu navlarning ozuqaviy tarkibining boshqa navlarga qaraganda tezroq buzilishini ko'rsatadi, biokimyoviy o'zgarishlarga turli reaksiyalar ta'sir ko'rsatmoqda.

Tadqiqotda [9], to'yingan suv bug'ining ko'chishi qatlamlarning qalinligi kritik qiymatdan oshganda konveksiya ustunligidan diffuziyaga o'zgarishi aniqlandi. Eksperimental ma'lumotlarga asoslanib, namlik o'z ichiga olgan qatlamli g'ovakli materiallarni yupqa qatlamli va qalin qatlamli quritish uchun yangi yarim nazariy quritish modeli taklif qilingan va u 0,92 dan katta aniqlash koeffitsiyenti bilan tajribada tekshirildi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini quritish jarayoni raqamli tahlil orqali, hisoblash suyuqliklari dinamikasi (CFD) yordamida chuqur o'rganilgan. Tadqiqot natijalari [10] shuni ko'rsatadiki, TES birliklari o'rnatilgan qanotlari bilan ISD da oziq-ovqat mahsulotlarining namlikni yo'qotish kinetikasida ko'tarilgan issiqlik va ishlash parametrlarining yaxshilanishi kuzatilgan. Shuningdek, to'lov muddati qurilmalarning ishlash muddatidan nisbatan qisqaroq ekanligi aniqlangan. Shu sababli, ushbu turdagi ISD oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash sanoati va fermerlar uchun tavsiya etiladi. CFD texnikasi esa oziq-ovqat quritish tadqiqotida yangi ishlanmaning samaradorligini baholash uchun muhim vosita sifatida xizmat qiladi.

Ushbu maqolada [11], konvektiv issiqlik va massa o'tkazuvchanligining ta'siri, suvning bug'lanish tezligi va haqiqiy haroratli kirish sharoitlarida hajmli isitish manbasining ahamiyati tahlil etiladi. Hozirda mavjud ishlarga qaramasdan, sublimatsiya jarayonini birgalikda hisobga oladigan matematik modellashtirishga ehtiyoj mavjud. Maqolada yarim g'ovakli muhitda sublimatsiyani tavsiflovchi issiqlik va massa uzatish muammolari keltiriladi. Matematik model quritilgan va muzlatilgan hududlarda konvektiv issiqlik/massa uzatish va hajmli issiqlik manbasini hisobga oladi. Muz kristallarining massa o'tkazishi natijasida yuzaga keladigan konveksiyaning ta'siri ham o'rganiladi.

Ushbu tadqiqotda [12], saqlangan don ekotizimida sifat belgilarining o'zgarishining asosiy sabablarini aniqlash uchun ko'p o'lchovli laboratoriya sinovi o'tkazilgan. Sinov davomida bug'doyning uch xil navini 22–23 °C haroratda, ikki xil nisbiy namlikda va *Sitophilus oryzae* zararlangan yoki zararlanmagan holda 160 kun davomida saqlash sharoitlari o'rganilgan:

- Saqlash muddati, namlik darajasi, yashirin hasharotlar infestatsiyasining zichligi va qo'ziqorin bilan ifloslanish darajasi sifat o'zgarishlariga asosiy ta'sir ko'rsatadigan omillar sifatida aniqlangan.
- Hasharotlar populyatsiyasining o'sish sur'ati navlar orasida sezilarli farq qilishi aniqlangan.
- Uchta nav o'rtasida kuzatilgan sifat yomonlashuvi ularning qattiqligi bilan bog'liq emas, balki don va nisbiy namlik o'rtasidagi munosabatlarga bog'liq.

Ishda don sifatini saqlash sharoitlarini yaxshilash va biotik buzilish omillarini boshqarish uchun muhim ma'lumotlarni taqdim etilgan.

Tadqiqotda [13], silindrsimon saqlash idishida bug'doyning harorat taqsimotini bashorat qilish uchun chiziqli bo'lmagan issiqlik uzatishning ikki o'lchovli chekli element modeli ishlab chiqilgan. Modelda ichki issiqlik ishlab chiqarish uchun elektr isitgich, idishning markazida joylashgan. Ushbu tadqiqot ishida, saqlash idishlarining harorat taqsimotini boshqarish va saqlash jarayonlarini optimallashtirish uchun yangi nazariy asoslar va amaliy yondashuvlarni taqdim etilgan.

Quritilgan oziq-ovqatlar uzoq muddat saqlanadi, chunki namlik juda past bo'ladi va organizmlarning o'sishini buzadi. Quyoshdan quritish mashhur usul bo'lsada, ko'plab qishloq



joylarida buning uchun mos iqlim mavjud emas. Shuning uchun boshqa texnologiyalar bilan ishlaydigan quritgichni ishlab chiqish muhimdir. Ushbu maqola [14] qishloq joylarida qishloq xo‘jaligi hosilini quritish uchun ishlatilishi mumkin bo‘lgan biomassa asosidagi quritgichni loyihalash va ishlab chiqarishni taqdim etadi. Gazlashtiruvchida ishlatiladigan biomassa arzon va mahalliy darajada mavjud. Quritgich Tapiokani quritish va butun quritish jarayonida muntazam vaqt oralig‘ida quritgichning samaradorligini tekshirish uchun mo‘ljallangan. Quritish ishlab chiqaruvchi gazning doimiy massa oqimida 60-70 ° C harorat chegaralari orasida amalga oshirildi. Tapiokaning oxirgi namligi 5% dan 12% gacha qayd etilgan. Biomassa asosidagi quritgich ochiq quyoshda quritish bilan solishtirganda quritish vaqtini 50% ga qisqartiradi. Tajribadan ma‘lum bo‘lishicha, biomassaga asoslangan quritgich an‘anaviy ochiq quyoshda quritishdan ko‘ra samaraliroq.

Yuqarida keltirilgan adabiyotlar tahlili asosida maqolaning asosiy maqsadi matematik vositalardan (model, sonli algoritm, dasturiy ta‘minot) foydalanishdir. Bu maqsad don va dukkakli ekinlarni saqlash jarayonida issiqlik uzatish va namlik yo‘qotish jarayonlarini monitoring qilish va bashorat qilish uchun matematik modelni ishlab chiqishdan iborat bo‘lib, unda saqlash sharoitlarining omillari hisobga olinadi.

**Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi.** Ochiq joylarda saqlanadigan don mahsulotlari to‘rtburchaklar parallelepiped shakliga ega bo‘lib, uning pastki chegarasi issiqlik izolyatsiyalangan, yuqori chegarasi esa atrof-muhit bilan aloqa qiladi.

Quritilgan don mahsulotlari eksponensial bog‘liqlik shaklida massaning tirik hujayralarida biologik va kimyoviy o‘zgarishlar tufayli o‘zlarining issiqlik chiqishi bilan tavsiflanadi. Ushbu omilni hisobga olgan holda, biz massaning issiqlik holatining dinamikasini termal diffuziya tenglamasi bilan tavsiflaymiz [14]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + f(x, y, z, t) \quad (1)$$

bu yerda  $T$  –  $t$  vaqt va fazoda massa haroratining o‘zgarishi;  $a = \lambda/\rho c$  – massaning issiqlik tarqalish koeffitsienti ( $m^2/c$ );  $\lambda$  – massa issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti hisoblanadi;  $\rho$  – g‘ovak jism zichligi  $kg/m^3$ ;  $c$  – solishtirma issiqlik sig‘imi;  $f(x, y, z, t) = e^{-\alpha t}$  massaning ichki issiqlik ajralib chiqishi intensivligi ( $Kc^{-1}$ ), vaqt o‘tishi bilan kamayib boradi,  $b = q_0/c$  – mahsulotning namligiga bevosita bog‘liq bo‘lgan issiqlik ajralib chiqish koeffitsienti;  $\alpha$  – empirik parametr.

Parallelepiped dekart koordinatalar sistemasining birinchi oktantida joylashgan bo‘lib, uning koordinatalari bo‘yicha o‘lchamlari  $l_x, l_y, l_z$  ga teng.

(1) tenglama uchun boshlang‘ich

$$T(x, y, z, 0) = T_0(x, y, z), \quad (2)$$

va to‘g‘ri burchakli parallelepiped uchun chegaraviy shartlar:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\beta (T_{oc}(t) - T(0, y, z, t)) \quad (3)$$

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=l_x} = -\beta (T_{oc}(t) - T(l_x, y, z, t)) \quad (4)$$

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = -\beta (T_{oc}(t) - T(x, 0, z, t)) \quad (5)$$

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=l_y} = -\beta (T_{oc}(t) - T(x, l_y, z, t)) \quad (6)$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0 \quad (7)$$

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=l_z} = -\beta (T_{oc}(t) - T(x, y, l_z, t)) \quad (8)$$

Bu yerda  $\beta$  – massa va atrof muhit temperaturasi oʻrtasidagi issiqlik ajralib chiqishi koeffitsienti;  $T_{oc}(t)$  – boʻlgan atrof muhit harorati.

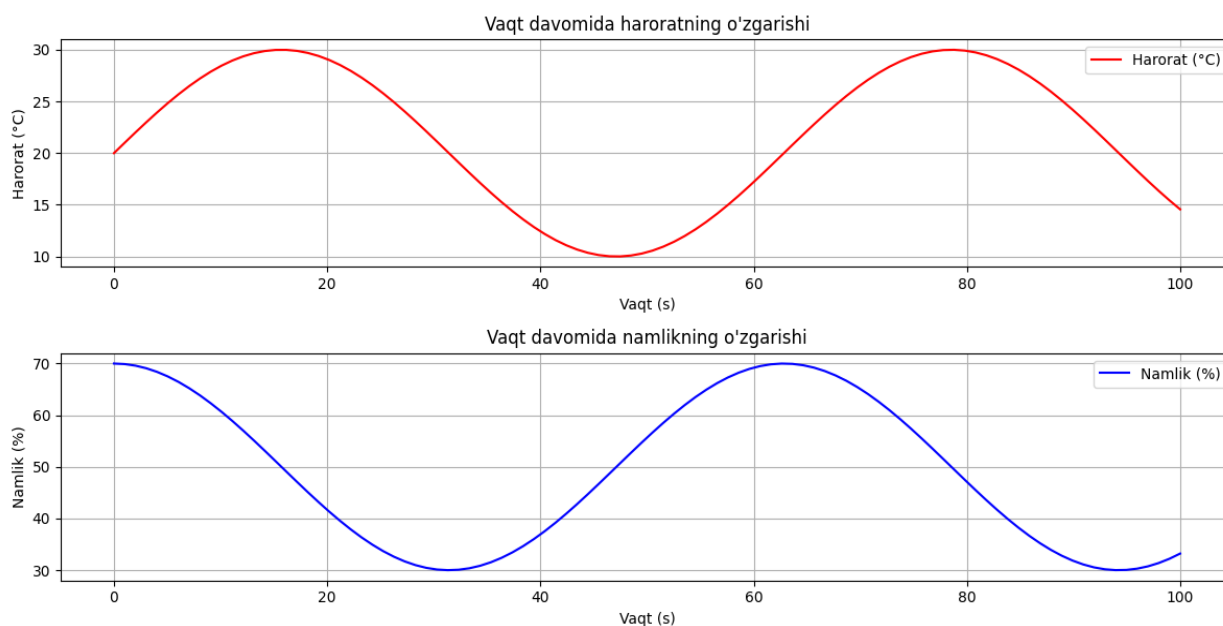
Shunday qilib, ushbu maqolada quyosh energiyasi taʼsirida yuzaga keladigan ichki issiqlik chiqishi va tashqi harorat taʼsirida don mahsulotlarni saqlash va quritish jarayonida issiqlik uzatish jarayonining matematik modeli tuzilgan.

Yuqoridagi matematik model don mahsulotlari va xomashyolarini saqlash va qayta ishlashning dolzarb muammosi boʻlgan gʻovakli jismlarda issiqlik va namlik oʻtkazish muammolarini oʻrganish, bashorat qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun qoʻllaniladi.

**Eksperiment va olingan natijalarning tahlili.** Tadqiqot jarayonida gʻovak jismlar saqlash sharoitidagi issiqlik va namlik koʻchish jarayonlarini modellashirish uchun yaratilgan dasturiy taʼminot qoʻllanildi. Ushbu dasturiy taʼminot matematik model va sonli algoritmlar asosida ishlab chiqilgan boʻlib, u harorat va namlikning vaqt va fazoda qanday oʻzgarishini aniq hisoblash imkonini beradi.

Eksperimental oʻlchovlar orqali dasturiy taʼminotning aniqligi va ishonchligi sinovdan oʻtkazildi. Dastlabki maʼlumotlar sifatida don mahsulotlarining boshlangʻich harorat va namlik miqdori kiritilib, ularning vaqt oʻtishi bilan qanday oʻzgarishi modellashirildi. Dastur har bir vaqt oraligʻida harorat va namlik taqsimotini vizual tarzda aks ettirib berdi, bu esa olingan natijalarning aniq tahlil qilinishiga imkon yaratdi.

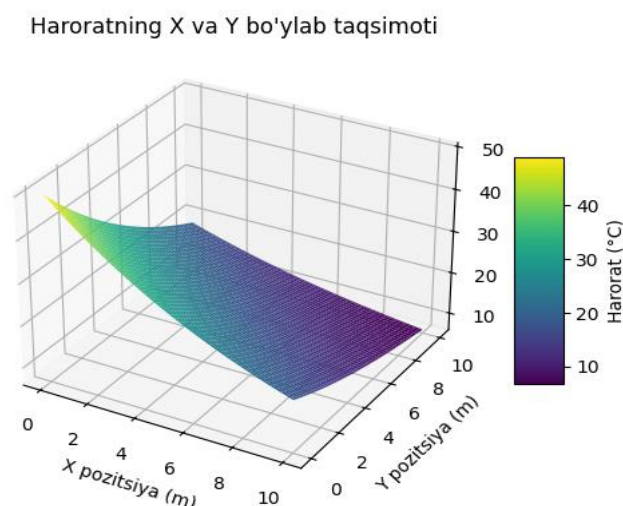
Yuqoridagi matematik modellardan foydalanib, mualliflar massa issiqlik holatining dinamikasini aks ettiruvchi dastur ishlab chiqdilar va natijalar 1-2-3-rasmlarda keltirilgan.



**1-rasm. Vaqt davomida issiqlik va namlik koʻchish jarayoni.**



**2-rasm. Vaqt davomida issiqlik o'zgarishi**  
 $T_a = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $T(x, y, z, 0) = 40^{\circ}\text{C}$ .



**3-rasm. Vaqt davomida issiqlik o'zgarishi (3D ko'rinishi)**  $T_a = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $T(x, y, z, 0) = 40^{\circ}\text{C}$ .

Natijalar shuni ko'rsatdiki, dasturiy ta'minot yordamida bashorat qilingan harorat va namlik qiymatlari eksperimentda kuzatilgan real natijalarga yaqin kelmoqda. Bu esa ishlab chiqilgan matematik model va algoritmlarning g'ovak jismlarning issiqlik va namlik ko'chishini aniqlik bilan tahlil qilishda va saqlash sharoitlarini optimallashtirishda samaradorligini tasdiqlaydi.

**Xulosa.** Olingan natijalar asosida saqlash sharoitlarida harorat va namlik o'zgarishlari modellashirish orqali oldindan aniqlanishi mumkin, bu esa saqlash sifatini ta'minlash imkoniyatini beradi.

Ushbu maqolada donlarni saqlash jarayonida quyosh nuri, ichki issiqlik o'tkazilishi va atrof-muhit harorati ta'sirida harorat o'zgarishlarini modellash uchun matematik model ishlab chiqilgan va uning raqamli yechimi taqdim etilgan. Raqamli yechim, chegaraviy shartlarni fazoviy va vaqt o'zgaruvchilarini ikkilamchi aniqlik bilan yaqinlashtiruvchi cheklangan farq usuli asosida amalga oshiriladi, bu esa mutlaqo barqarorlikni ta'minlaydi. Mualliflar, don mahsulotlarini yuqori sifatli saqlash jarayonida issiqlik va namlik o'tkazish jarayonlarini kuzatish va prognozlashning asosiy jihatlarini ko'rib chiqdilar hamda ularning don sanoati uchun ahamiyatini aytib o'tildi. Olingan natijalar (1-2-3-rasmlarda) shuni ko'rsatadiki, atrof-muhit bilan harorat almashinuvi va undagi namlikning roli kichik miqdordagi bug'doyni saqlashda juda muhimdir. Katta miqdordagi bug'doy yuqori namlikda saqlanganida, ichki issiqlik va namlik seziladi, bu esa ichki issiqlik va namlikning o'zgarishiga olib keladi.

Dasturiy ta'minot yordamida real vaqt rejimida tahlil o'tkazish va saqlash sharoitlarini boshqarishning optimal usullarini ishlab chiqish imkoniyati mavjud.

Eksperimentlar davomida dasturiy ta'minot aniqligi tasdiqlangan va u ko'plab g'ovak jismlar, xususan, don mahsulotlarini saqlash sharoitida qo'llash uchun mos ekanligi aniqlangan.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sokolov, I.P. (2020). Mathematical modeling of moisture content in agricultural products. *Journal of Agricultural Engineering*, 25(3), 145-152.
2. Sokolov, I.P. & Petrov, A.N. (2021). Mathematical modeling of heat and mass transfer in grain storage. *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering*, 34, 33-39.
3. Petrov, A.N. (2019). Mathematical methods for monitoring moisture in stored grain. *Journal of Storage and Processing of Agricultural Products*, 18(2), 75-81.
4. Petrov, A.N. & Sokolov, I.P. (2022). Innovative approaches in grain storage moisture management. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 12(5), 218-225.

5. Mamotov, A.Z. (2020). Heat and moisture transfer in porous media: Experimental studies and mathematical modeling. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 45(2), 150-158.
6. Mamotov, A.Z. & Khamidov, A.K. (2021). Development of sustainable drying technologies for agricultural products. *Proceedings of the International Conference on Sustainable Agriculture*, 12, 78-85.
7. O. Kotykova and M. Babych, *Agris On-Line Pap. Econ. Informatics* 11, 55 (2019)
8. M. Kumm, H. de Moel, M. Porkka, S. Siebert, O. Varis, and P. J. Ward, *Sci. Total Environ.* 438, 477 (2012)
9. Zia-Ur-Rehman, *Food Chem.* 95, 53 (2006)
10. D. Mohapatra, S. Kumar, N. Kotwaliwale, and K. K. Singh, *Ind. Crops Prod.* 108, 162 (2017)
11. V. Ziegler, R. T. Paraginski, and C. D. Ferreira, *J. Stored Prod. Res.* 91, 101770 (2021)
12. X. Duan, M. Zhang, A. S. Mujumdar, and R. Wang, *Dry. Technol.* 28, 444 (2010)
13. N. Ravshanov and I. U. Shadmanov, *J. Phys. Conf. Ser.* 1546, 012098 (2020)
14. Q. Wang, J. Feng, F. Han, W. Wu, and S. Gao, *Int. J. Food Prop.* 23, 1200 (2020)

*Shadmanov Istam Uktamovich – PhD, Buxoro davlat universiteti (DsC) doktoranti, Tel.: +998 91 922 33 55 (c), E-mail: [i.u.shadmanov@buxdu.uz](mailto:i.u.shadmanov@buxdu.uz)*

*Adizova Zuhro Ma'ruf qizi – Buxoro davlat universiteti (PhD) tayanch doktoranti, Tel.: +998 94 236 96 23 (c), E-mail: [z.m.adizova@buxdu.uz](mailto:z.m.adizova@buxdu.uz)*

*Nosirova Zarnigor Elmurodovna – Buxoro davlat universiteti magistranti, Tel.: +998 91 828 55 88 (c), E-mail: [nosirovzarnigor@gmail.com](mailto:nosirovzarnigor@gmail.com)*

## TO'LIQ FAKTORLI EKSPERIMENT USULIDA MEVA VA SABZAVOTLARNI STERILIZATSIYALASH JARAYONINI MODELASHTIRISH

<sup>1</sup>Ibragimov R.R., <sup>2</sup>Jumayev J., <sup>1</sup>Narziyev M.S., <sup>1</sup>Qo'ldosheva F.S.

<sup>1</sup>Buxoro davlat texnika universiteti, <sup>2</sup>Buxoro davlat universiteti.

**Annotatsiya.** To'liq faktorli eksperiment metodi yordamida maydalangan boring o'lchamlari, unga ishlov berish vaqti, ishlov berish temperaturasi kabi asosiy faktorlarning "O'zbekiston to'ng'ichi" nomli bodring mahsuloti sterilizatsiya jarayoniga ta'siri o'rganildi. Bunda chiquvchi omil sifatida sterilizatsiya qilingan bodring mahsulotining saqlanish muddati kunlar hisobida olingan. Buning uchun to'liq faktorli eksperiment metodi talablaridan kelib chiqib o'zgaruvchilar kodlangan, rejalashtirish matrisasi qurilgan, regressiya tenglamasi koeffitsientlari aniqlangan, topilgan tenglama adekvatligi tekshirilgan.

**Kalit so'zlar:** to'liq faktorli eksperiment, faktorlar, sterilizatsiya, saqlanish muddati, o'zgaruvchilarni kodlash, rejalashtirish matrisasi, regressiya tenglamasi, adekvatlik, modelashtirish.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ МЕТОДОМ ПОЛНОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

<sup>1</sup>Ибрагимов Р.Р., <sup>2</sup>Жумаев Ж., <sup>1</sup>Нарзиев М.С., <sup>1</sup>Кулдошева Ф.С.

<sup>1</sup>Бухарский государственный технический университет,

<sup>2</sup>Бухарский государственный университет.

**Аннотация.** Методом полного факторного эксперимента изучено влияние основных факторов, таких как размер измельченного огурца, время и температура обработки на процесс стерилизации огуречного продукта под названием «Узбекистан тонгичи». В качестве выходного фактора был принят срок годности стерилизованной огуречной продукции в днях. Исходя из требований метода полного факторного эксперимента, было проведено кодирование переменных, построена матрица планирования, определены коэффициенты уравнения регрессии и проверена адекватность найденного уравнения.

**Ключевые слова:** полный факторный эксперимент, факторы, стерилизация, срок годности, кодирование переменных, матрица планирования, уравнение регрессии, адекватность, моделирование.