

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



*1*  
*2025*



**Тахририят ҳайъати раиси:**

**СИДДИҚОВА С.Ғ. –**

**Бухоро муҳандислик-технология институти ректори**

**Муовини:**

**ЮЛДАШЕВ Н.Х. –**

**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 ГКМ” 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

**АБДУРАҲМОНОВ 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.**

**Мусахҳишлар:**

**БОЛТАЕВА З.З., 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 нашрлар рўйхатига 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

| <b>ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР</b>                                                                                                                                                                             |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Бибутов Н.С., Хожиев А.Х., Ҳабибов Ф.Ю.</b> Балкани эгилишга синаш . . . . .                                                                                                                                    | <b>4</b>   |
| <b>Ataullayev Sh.N., To'raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Xamidov D.G'.</b> Neft va gaz zavodlaridan chiqayotgan mash'ala gazlarini qayta ishlash texnologiyalasini takomillashtirish . . .                           | <b>11</b>  |
| <b>Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D.</b> Karyer bir cho'michli ekskavatorlarining ish rejimlarini optimallashtirish . . . . .                                                            | <b>18</b>  |
| <b>Ismailov M.A., Mannobjonov B.Z.</b> Suv tozalash jarayonida mikroorganizmlarga ta'sir qiluvchi asosiy faktorlar . . . . .                                                                                       | <b>24</b>  |
| <b>Чулиев У.Х., Амонов М.Р.</b> Разработка состава буровых растворов и изучение их реологических и эксплуатационных свойств . . . . .                                                                              | <b>32</b>  |
| <b>Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T.</b> Ipak salmog'ini oshirish uchun ipak qurtlarini parvarishlashning zamonaviy yechimlari . . . . .                                                                             | <b>35</b>  |
| <b>Мухамедбаев А.А.</b> Влажностные характеристики автоклавного газобетона . . . . .                                                                                                                               | <b>39</b>  |
| <b>Jo'rayev F.O'., Umedova U.X., Axmedov Y.H., Mardonova S.M.</b> Plug osti tovonini yumshatadigan chuquryumshatkich qurilmasining murakkab sirtli ishchi organining dala tajriba tadqiqotlari natijalari. . . . . | <b>45</b>  |
| <b>КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР</b>                                                                                                                                                                               |            |
| <b>Фозилов С.Ф., Зоирова А.И., Фозилов Ҳ.С.</b> Табиий газдан МТО (метанолдан олефин) технологияси асосида қуйи олефинар олиш . . . . .                                                                            | <b>50</b>  |
| <b>Atoyev E.X., Sharipova N.O'.</b> Adgeziya xossalarini oxirgi plazmali mustahkamlash usulidan foydalanib o'rganish . . . . .                                                                                     | <b>57</b>  |
| <b>Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S.</b> Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko'piklanish sabablari va uning intensivligiga ta'sir etuvchi omillar . . . . .                                    | <b>61</b>  |
| <b>Умурова Ш.Ш., Амонов М.Р., Амонова М.М.</b> Изучение текстурных характеристик бентонитовых материалов . . . . .                                                                                                 | <b>64</b>  |
| <b>Axmedova Sh.U., Axmedova O.B.</b> Gazlarni absorbsion tozalashda samarali absorbent kompozitsiyalar yaratish . . . . .                                                                                          | <b>68</b>  |
| <b>Ataqulova D.D.</b> Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli (MAD tipli) ingibitorlarning samaradorligini o'rganish . . . . .                                                                             | <b>72</b>  |
| <b>Bobokulova M.Sh., Xodjamkulov S.Z.</b> Effect of various factors on the synthesis of ion-exchange membranes and IR-spectral description of their structure with a fure converter . . .                          | <b>78</b>  |
| <b>To'raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Temirov A.H.</b> "Vodorod sulfidi saqlagan nordon gazlarni utilizatsiyalashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish" . . . . .                                            | <b>84</b>  |
| <b>Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N.</b> Gazkondensat konlarini ishlatishni sa-maradorligini oshirishda organik aminlar asosidagi korroziya ingibitorining ta'sirini tadqiq etish . . . . .             | <b>91</b>  |
| <b>Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N.</b> Magistral neft va gaz quvurlarini vodorod sulfidli korroziyasiga ingibitorlarni ta'sirini tadqiq etish . . . . .                                               | <b>95</b>  |
| <b>Tursunova F.J., Amonov M.R.</b> Sanoat katalizatorlari chiqindilarini qayta ishlash . . . . .                                                                                                                   | <b>99</b>  |
| <b>Муҳиддинов Б.Ф., Джалилов А.Т., Исроилов О.И., Ширинов Ш.Д.</b> Сравнительный анализ набухаемости гидрогелей синтезированных на основе карбоксиметилцеллюлозы                                                   | <b>105</b> |
| <b>Choriyev A.U., Mirzayeva S.K., Normurodov I.O'., Izbasarova G.Sh.</b> 4-xlorfenilxlor-atsetat asosida nukleofil almashinish reaksiyalarini tadqiq qilish. . . . .                                               | <b>110</b> |

## МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА

|                                                                                                                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Жалилов Р.Б., Караев А.Т., Камалов У.У.</b> Исследование модернизации котельной АО «Бухараэнергомарказ» . . . . .                                                                                  | <b>117</b> |
| <b>Berdiev D.M., Abdullaev B.K., Abdullaev A.X., Kuziyev G.Sh.</b> Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash . . . . .                                    | <b>125</b> |
| <b>Maxmudov M.I., Timirov X.N.</b> Oqova suvda erigan kislorodni optik usulda o'lchashning afzalliklari . . . . .                                                                                     | <b>131</b> |
| <b>Muzaffarov F.F.</b> Vertikal o'qli shamol energetik qurilmasining yurgizish momentini oshirishning ilmiy-texnik tadqiqoti . . . . .                                                                | <b>135</b> |
| <b>Mirzayev Sh.M., Hakimova S.Sh., Qodirov J.R.</b> Qovunlarni quritishda quyosh radiatsiyasi va tabiiy vakuumli dastlabki ishlov berish . . . . .                                                    | <b>145</b> |
| <b>Makhmudov M.I., Mamirov U.F., Nurov S.S.</b> Treatment plants increasing the energy efficiency of biological by automating measurements of main technological parameters . . . .                   | <b>153</b> |
| <b>Tog'ayev I.B., Abdullayev Sh.Sh.</b> Reaktiv quvvat manbalari yordamida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini bosqichma-bosqich oshirishda tizimli tahlil olib borish                      | <b>156</b> |
| <b>Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э.</b> Муқобил энергия манбаларидан электр энергиясини олишда кичик тезликли электр генераторни лойиҳалаш ва динамик режимларини моделлаштириш . . . . . | <b>164</b> |
| <b>Kamolov J.J.</b> Panel-nurlanishli isitish tizimini turli izolyatsiya materiallari uchun hisoblash                                                                                                 | <b>174</b> |
| <b>Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S.</b> Fotoelektrik batareyalar energetik parameterlarini monitoring qilish uchun quyosh intensivligini kuzatish qurilmasi tayyorlash . . . . .              | <b>178</b> |
| <b>Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B.</b> Reaktiv quvvat manbalarini o'rnatish natijasida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini oshirishning baholash usullari . . . . .                            | <b>183</b> |
| <b>Barakayev N.R., Narziyev M.S., Talabov M.D., Jo'raqulova M.O.</b> Inkubatsiyalash jarayonida parranda tuxumlarini o'z o'qi atrofida aylantirish uchun sarflanadigan energiyani aniqlash .          | <b>191</b> |

## ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР

|                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Жураев З.Б., Курбонов М.У., Абдувохидов Х.Ш.</b> Современное состояние цифровой образовательной системы высшего образования в республике Узбекистан . . . . .  | <b>196</b> |
| <b>Курбанов Ж.М., Курбанова М.Ж., Холтураев Х.К.</b> Разработка математической модели изменения структурно-механических свойств плодов и овощей в процессе сушки. | <b>201</b> |

## ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

|                                                                                                                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Sharipov N.Z.</b> Olcha danagining fizik xossalarini tadqiq qilish . . . . .                                                                                                              | <b>207</b> |
| <b>Sabirov U.K., Oqilov A.</b> Sut mahsulotlarini saqlashning mikroiklim parametrlarini intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish . . . . .                                            | <b>211</b> |
| <b>Oltiyev A.T., Haydarova M.F.</b> Tsukat ishlab chiqarish texnologiyasidagi an'anaviy shakar xom ashyosini, novvot ishlab chiqarish texnologiyasining qoldiq siropiga almashtirish . . . . | <b>220</b> |
| <b>Атамуратова Т.И., Ахмедова М.Б.</b> Способы приготовления бездрожжевого хлеба . . .                                                                                                       | <b>225</b> |
| <b>Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б.</b> Применение муки из соевого жмыха для улучшения белкового состава хлеба . . . . .                                                                           | <b>229</b> |
| <b>Рахмонов К.С., Атамуратова Т.И.</b> Антибактерицидная активность настоев из пряно-ароматического растительного сырья . . . . .                                                            | <b>233</b> |
| <b>Эрматов О.С.</b> Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш миницеҳи. . . . .                                                                                                              | <b>240</b> |
| <b>Barakayev N.R., Uzoqov Y.A., Sadullayev S.X., Xolmuradov B.B., Axmedov A.G'.</b> Respublikamizda ekilayotgan bug'doy don navlarini tahlil etish . . . . .                                 | <b>247</b> |
| <b>Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З.</b> Разработка плана эксперимента процесса стерилизации плодов и овощей . . . . .                                              | <b>252</b> |

## ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

|                                                                                                                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Muhammedova M.O.</b> Boldir-tovon bo'g'imi shikastlangan oyoq panjalari uchun ortopedik poyabzal va ortezlarning konstruktiv tahlillari . . . . .                                         | <b>259</b> |
| <b>Ataxanov A.K., Azizov I.R., Odilxonova N.O.</b> Tiklangan tolalardan mexanik texnologiyada notoqima matolar tayyorlash imkoniyatlari . . . . .                                            | <b>267</b> |
| <b>Muhammedova M.O.</b> Boldir-tovon bo'g'imidagi shikastlanishlarda tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan ortopedik yechimlar tahlili. . . . .                                            | <b>272</b> |
| <b>Do'stova F.X.</b> Tikuv mashinasining taklif etilgan friksion muftasi konstruksiyasi vazifasi va ish tamoyillari. . . . .                                                                 | <b>275</b> |
| <b>Мардонов С.Э.</b> Определение уработки нитей ворсовой основы при формировании коврового изделия. . . . .                                                                                  | <b>279</b> |
| <b>Бebuтова Н.Н.</b> Ёзги махсус кийимларни тайёрлашда қўлланиладиган талабларни шакллантириш . . . . .                                                                                      | <b>284</b> |
| <b>Kurbanov F.A., Zarifova M.B.</b> Jin arra tishlari ishchi yuzasiga ta'sir qiluvchi kuchlar . . . .                                                                                        | <b>290</b> |
| <b>Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О.</b> Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг ифлосликларни ажралиш жараёнига таъсири . . .                                 | <b>293</b> |
| <b>Парпиев А., Наврузов Н., Ахмедов К., Якубов К.</b> Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси. . . . .                                                                  | <b>299</b> |
| <b>Ibrohimov I., Obidov A.</b> Takomillashtirilgan toshtutgich kamerasida harakatlanayotgan paxta bo'lakchasining shikastlanish holatini tadqiq qilish. . . . .                              | <b>303</b> |
| <b>Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О.</b> Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг тозалаш самарадорлигига таъсири . . . . .                                     | <b>310</b> |
| <b>Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Райимкулов Ж.К., Пардаев Б.Ч.</b> Пахта чигити элеваторида тасмали лентанинг тажрибавий изланишлари. . . . .                                                  | <b>315</b> |
| <b>Жуманиязов Қ., Саломов А.</b> Пневмомеханик йигирув жараёнини такомиллаштирилган самарали технологиясини ишлаб чиқаришга қаратилган илмий тадқиқот ишлари таҳлили . . . . .               | <b>319</b> |
| <b>Muhammedova M.O., Barnoyev B.E.</b> Xromlangan charm tarkibini tahlil qilish va charm chiqindilarini qayta ishlash usullari . . . . .                                                     | <b>328</b> |
| <b>АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР</b>                                                                                                                                                     |            |
| <b>Мустақимова Қ.С.</b> Александр Сергеевич Пушкин ва ўзбек адабиёти . . . . .                                                                                                               | <b>333</b> |
| <b>Цай И.К.</b> Непрерывное образование библиотечных специалистов Республики Узбекистан . . . . .                                                                                            | <b>336</b> |
| <b>Mirzayev Sh.R., Eshchanov Sh.A.</b> Issiq-quruq iqlim sharoitida sanoat usullaridan foydalgan holda o'rta qavatli turar-joy binolarini loyihalashning tamoyillari: Buxoro shahri misolida | <b>343</b> |
| <b>Xasanova S.Q.</b> Fe'l nisbatlari tarjiması muammolari va yechimlari . . . . .                                                                                                            | <b>348</b> |

## РАЗРАБОТКА ПЛАНА ЭКСПЕРИМЕНТА ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З.

*Бухарский инженерно - технологический институт.*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено использование микроволновой энергии в технологиях стерилизации фруктов и овощей и пищевых продуктов для поиска решений по сохранению качества и снижению потерь, связанных с ростом микроорганизмов при хранении консервов и переработке плодов и овощей. Кроме того, на основе проведенных в данной статье экспериментов был разработан план эксперимента, представлены факторы, влияющие на процесс, схема экспериментального оборудования и графики зависимостей.

**Ключевые слова:** стерилизация, пастеризация, огурец, эксперимент, облучение, консервирование, ток высокой частоты

## МЕВА ВА САБЗАВОТЛАРНИ СТЕРИЛИЗАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ РЕЖАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З.

*Бухоро муҳандислик-технология институти.*

**Аннотация.** Ушбу мақолада консерваларни сақлаш, мева ва сабзавотларни қайта ишлаш жараёнида сифатини сақлаб қолиш ва микроорганизмларнинг кўпайиши билан боғлиқ йўқотишларни камайтириш учун ечимларни топишда мева-сабзавот ҳамда озиқ-овқат маҳсулотларини стерилизация қилиш технологияларида микротўлқинли энергиядан фойдаланиш кўриб чиқилган. Бундан ташқари бу мақолада ўтказилган тажрибалар асосида эксперимент режаси ишлаб чиқилган бўлиб жараёнга таъсир этувчи омиллар, тажриба ускунаси схемаси ҳамда боғлиқлик графиклари келтирилган.

**Калим сўзлар:** стерилизация, пастеризация, бодринг, эксперимент, нурланиш, консервалаш, юқори частотали ток.

## DEVELOPMENT OF A PROCESS EXPERIMENTAL PLAN STERILIZATION OF FRUITS AND VEGETABLES

Ibragimov R.R., Narziev M.S., Kuldosheva F.S., Sharipov N.Z.

*Bukhara engineering and technology institute.*

**Abstract.** This article discusses the use of microwave energy in sterilization technologies for fruits and vegetables and food products to find solutions to preserve quality and reduce losses associated with the growth of microorganisms during storage and processing of canned food. In addition, based on the experiments conducted in this article, an experimental plan was developed, factors influencing the process, a diagram of the experimental equipment and dependency graphs were presented.

**Key words:** sterilization, pasteurization, cucumber, experiment, irradiation, canning, high frequency current

**Введение.** Огурец (*Cucumis*), род одно - и многолетних травянистых растений семейства тыквенных. Около 30 видов, произрастающих большей частью в Африке (несколько видов – в Азии и Америке). Некоторые виды огурцов выращивают в качестве овощных культур, среди них – дыня, огурец африканский, или рогатая дыня, называемая также к и в а н о (*C. metulifer*), огурец антильский, или а н г у р и я (*C. anguria*), и самый распространённый в мире культурный вид огурец – огурец посевной (*C. sativus*), называемый собственно огурец. В Индии, откуда предположительно происходит огурец, он был известен в 3-м тыс. до н. э.; в России выращивают с 16 в. Растение однолетнее с ползучим или лазающим главным стеблем (длина 1,5–4 м и более у длинноплетистых сортов; 0,6–1,5 м и 0,4–0,6 м у средне- и короткоплетистых соответственно) и боковыми побегами 1-го и 2-го порядков. Корневая система состоит из длинного (до 1 м) стержневого корня и боковых корней, расположенных в верхнем слое почвы. Листья очередные, цельные, сердцевидной, сердцевидно-лопастной или пятилопастной формы. Цветки жёлтые, воронковидные, перекрёстноопыляющиеся (есть формы без опыления, т. н. партенокарпические). Растение преим. однодомное, раздельнополое (мужские цветки пазушные, собраны в щиток, женские главным образом одиночные); существуют формы частично двудомных растений (с преобладанием женских или мужских цветков). Плод – ложная ягода, зелёная тыква с 3–5 семен-

ными камерами, опушённая (белошипая, чёрношипая) или гладкая, крупно- или мелкобугорчатая, разл. формы (овальной, цилиндрич. и др.).

**Материал и методы.** Важнейшим условием получения качественной консервы из плодов и овощей является строгое соблюдение технологических требований, предъявляемых к каждой отдельной операции. Соблюдение этих требований возможно только при организации внутрихозяйственного контроля качества плодов в процессе консервирования.

Для обеспечения микробиологической стерильности, продукты подвергаемые консервированию, укладывают в герметически закрываемую тару, и подвергают воздействию тепла определенный промежуток времени. При этом выбор продолжительности температурного воздействия на продукт зависит от различных величин, определяющих установление того или иного режима обработки.

В настоящее время способы консервирования пополнились такими новыми, более эффективными методами, как кратковременная стерилизация при повышенных температурах, асептическое консервирование, стерилизация ионизирующим излучением, обработка токами высокой частоты, антибиотиками, химическими консервантами и т.д.

Одним из путей интенсификации процесса стерилизации консервных продуктов является применение СВЧ обработки.

**СВЧ - излучение** - электромагнитное излучение, включающее в себя сантиметровый и миллиметровый диапазон радиоволн (от 30 см - частота 1 ГГц до 1 мм - 300 ГГц).

СВЧ - нагрев позволяет значительно интенсифицировать технологические процессы пищевых производств, связанные с нагревом продукции, а также разработать новые их виды, особенно комбинируя СВЧ-нагрев с традиционными способами энергоподвода, такими как варка, сушка, стерилизация, пастеризация, размораживание, сублимация и ряд других.

Теоретическое исследование протекающих явлений, а именно технологического процесса, представляется в виде объекта исследования, который характеризуется входными и выходными параметрами.

Технологический процесс стерилизации плодов и овощей, как объект исследования, может быть представлен в виде блок-схемы (рис.1).

Группа параметров  $Y$ ,  $Z$  являются входными, а  $X$ ,  $U$  - выходными показателями, характеризующими технологический процесс стерилизации.

Группа параметров  $Y$  характеризует расход материала, температуру сырья и сорт огурцов.

Группа параметров  $Z$  характеризует такие параметры как, давление, концентрация и мощность.

Группа параметров  $X$  характеризует размеры огурцов, время обработки, температуру обработки,  $U$  характеризует время хранения продукта.

Задача теоретического исследования состоит в установлении закономерностей связей между входными и выходными параметрами объекта. Если воздействия входных параметров на объект не изменяются во времени, то выходные параметры также неизменны, а процесс называется стационарным. Если хотя бы одно входное воздействие изменяется во времени, то процесс соответствующего изменения выходных параметров объекта называется динамическим, по окончании времени переходного процесса он становится стационарным.

Для теоретического исследования статических и динамических характеристик объекта составляется математическая модель процесса.

В целом для моделирования нагревания с СВЧ обработкой применяется всё разнообразие моделей теплообмена и воздействие электрической энергии.

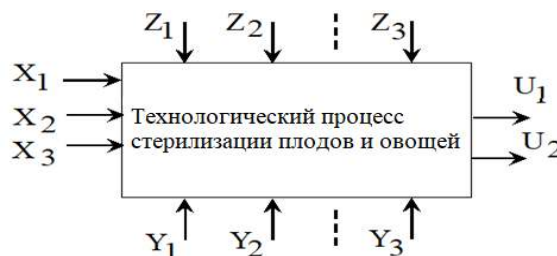


**Рисунок 1. Блок-схема технологического процесса**

Метод нагревания с СВЧ обработкой заключается в том, что пищевой продукт помещают в электромагнитное поле, в котором за счет изменения направления внешнего поля изменяется ориентация его молекул. Из сказанного ясно, что в электромагнитном поле тока высокой частоты продукт будет нагреваться по всей толщине одновременно и равномерно, что является основным достоинством этого метода.

На основании этого метода во ВНИИКОПе был создан высокочастотный стерилизатор непрерывного действия с производительностью 0,13-0,27 б/с. Однако его внедрение в промышленность сдерживается из-за низкого коэффициента полезного действия ( $\eta=0,25+0,3$ ). При стерилизации токами высокой частоты тепло образуется внутри продукта, что позволяет с успехом применять этот способ для обработки твердых и кашеобразных пищевых продуктов. Тепло образуется в них двумя способами: в нетеплопроводных – вследствие трения под влиянием молекулярной полярности, в теплопроводных – вследствие изменения ускорения под влиянием меняющегося потенциала.

Количество тепла, образующегося в результате преобразования электрической энергии, зависит не только от установки, но и от свойств обрабатываемого продукта:

$$Q = K \cdot \frac{f \cdot V^2}{d^2} \cdot \frac{\varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta}{\gamma}, kde$$

где  $Q$  – тепло, образовавшееся под действием токов высокой частоты;  $f$  – частота (по международному соглашению приняты следующие частоты: 13,56; 27,12 и 40,08 МГц);  $V$  – напряжение;  $d$  – расстояние между обкладками конденсатора;  $\varepsilon$  – диэлектрическая постоянная (для мяса  $\varepsilon=145$ ; горошка при  $23^{\circ}\text{C}$   $\varepsilon=9$ , а в замороженном состоянии  $\varepsilon=2,5$ );  $\operatorname{tg} \delta$  – коэффициент потерь (зависит от отношения между частотой и дипольным моментом молекулы); белки обладают высоким дипольным моментом, поэтому их коэффициент потерь имеет максимум при меньшей частоте;  $\gamma$  – удельный вес.

Основным условием осуществления диэлектрического нагрева является однородность нагреваемой массы, в противном случае возникает достаточно высокая разность температур. При измерении температуры термоэлементами

наименьшее ее значение было отмечено у стенок банки, а наибольшая разность температур достигала  $35^{\circ}\text{C}$ . Различная степень образования тепла особенно заметно проявилась при обработке плодов.

Скорость нагрева намного выше, чем при других способах стерилизации, основанных на поступлении тепла снаружи. В ходе стерилизации плодов при частоте 9 МГц нагрев массы 1 литровой банки до  $70^{\circ}\text{C}$  занял 6 минут.

Дальнейшее распространение высокочастотной стерилизации сдерживается экономическими соображениями и можно ожидать, что она найдет применение при обработке продуктов, которые не допускают быстрой стерилизации паром или горячей водой. Отмечаем, что стоимость тепловой энергии, полученной с помощью высокочастотного генератора мощностью 15 кВт при к.п.д. преобразования электроэнергии в тепловую около 56%, в 2,8 раза превышает эквивалентную стоимость пара.

Многофакторные эксперименты связаны с оптимизацией качества материалов, отысканием оптимальных условий проведения технологических процессов, разработкой наиболее рациональных конструкций оборудования и т.д. Системы, которые служат объектом этих исследований, очень часто являются такими сложными, что не поддаются теоретическому изучению в разумные сроки. Поэтому, несмотря на значительный объем выполненных научно-исследовательских работ, из-за отсутствия реальной возможности достаточно полно изучить значительное число объектов исследования, как следствие, многие решения принимаются на основании информации, имеющей случайный характер, и поэтому далеки от оптимальных.

На практике сама необходимость измерений большинства величин вызывается тем, что они не остаются постоянными, а изменяются в функции от изменения других величин. В этом случае целью проведения эксперимента является установление вида функциональной зависимости  $y=f(X)$ . Для этого должны одновременно определяться как значения  $X$ , так и соответствующие им значения  $\bar{y}$ , а задачей эксперимента является установление математической модели исследуемой зависимости. Фактически речь идет об установлении связи между двумя рядами наблюдений (измерений).

Определение связи включает в себя указание вида модели и определение ее параметров. В теории экспериментов независимые параметры  $z=(z_1, \dots, z_k)$  принято называть факторами, а зависимые переменные  $y$  - откликами.

Предположим, что изучается влияние ряда факторов  $z_i$  ( $i=1, \dots, k$ ) на некоторую величину  $y$ . Для этого проводятся эксперименты по определенному плану, который позволяет реализовать все возможные комбинации факторов. Причем каждый фактор рассматривается лишь на двух фиксированных уровнях (верхнем и нижнем). Число всех экспериментов (опытов) в этом случае будет равно:

$$n=2^k \quad (1)$$

где  $k$  - количество изучаемых факторов. Постановка опытов по такому плану называется полным факторным экспериментом типа  $2^k$  (ПФЭ $2^k$ ). Для нашего случая основными влияющими факторами процесса стерилизации плодов и овощей являются:

- температура обработки плодов с СВЧ: нижнее значение  $z_1^- = 27,9^\circ\text{C}$ ; верхнее значение  $z_1^+ = 79,5^\circ\text{C}$ ;
- массовый расход: нижнее значение  $z_2^- = 0,5$  кг; верхнее значение  $z_2^+ = 1$  кг;
- время обработки на СВЧ: нижнее значение  $z_3^- = 2$  мин; верхнее значение  $z_3^+ = 12$  мин.

Нижнее и верхнее значения влияющих факторов определены в ходе проведенных предварительных экспериментов. В общем случае эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, называется полным факторным экспериментом.

Самым простым симметричным ( $\sum_{iu=1}^N x_{iu} = 0$ ) и ортогональным ( $\sum_{iu=1}^N x_{iu} x_{ju} = 0$ ) планом является двухуровневый план полного факторного эксперимента ПФЭ $2^k$ .

Для обработки результатов проведенных экспериментов и дальнейшего определения коэффициентов уравнения регрессии, влияющие факторы приводят к одному масштабу. Это достигается путем кодирования переменных.

Новые кодированные переменные  $x_i$  будут определяться через  $z_i$  по формуле:

$$x_{iu} = \frac{z_{iu} - z_{i0}}{\lambda_i} \quad (2)$$

где  $z_{i0}$  - называют центром плана;  $\lambda_i$  - интервалом варьирования.

При таком кодировании все новые переменные будут принимать значения от - 1 до + 1. Центр эксперимента:

$$x_{i0} = \frac{z_i^+ + z_i^-}{2} \quad (3)$$

соответствует нулевому ( $x_i=0$ ) уровню величины факторов, от него рассчитывают интервалы варьирования  $\lambda_i$ :

$$\lambda_i = z_i^+ - z_{i0} = z_{i0} - z_i^- \quad (4)$$

Интервалом варьирования факторов называется некоторое число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание - нижний уровни фактора.

Для первого фактора центр эксперимента:

$$z_{10} = \frac{z_1^+ + z_1^-}{2} = \frac{79,5 + 27,9}{2} = 53,7^\circ\text{C}$$

Для второго фактора центр эксперимента:

$$z_{20} = \frac{z_i^+ + z_i^-}{2} = \frac{1 + 0,5}{2} = 0,75 \text{ кг}$$

Для третьего фактора центр эксперимента:

$$z_{30} = \frac{z_i^+ + z_i^-}{2} = \frac{12 + 2}{2} = 7 \text{ мин}$$

Для первого фактора интервал варьирования:

$$\lambda_1 = z_1^+ - z_{10} = 79,5 - 53,7 = 25,8^\circ\text{C}$$

Для второго фактора интервал варьирования:

$$\lambda_2 = z_2^+ - z_{20} = 1 - 0,75 = 0,25 \text{ кг}$$

Для третьего фактора интервал варьирования:

$$\lambda_3 = z_3^+ - z_{30} = 12 - 7 = 5 \text{ мин}$$

План проведения экспериментов записывается в виде матрицы планирования, в которой в определенном порядке перечисляются различные комбинации факторов на двух уровнях.

Для нашего примера на процесс воздействует три фактора, поэтому при полнофакторном эксперименте ПФЭ<sup>23</sup> необходимо провести 8 экспериментов.

В соответствии с (2) и (3) найдем числовые значения верхнего  $x_i^+$  и нижнего  $x_i^-$  уровней факторов в безразмерном выражении.

$$x_i^+ = \frac{z_i^+ - z_{io}}{\lambda_i} = +1 \quad x_i^- = \frac{z_i^- - z_{io}}{\lambda_i} = -1 \quad (5)$$

Знак «+» говорит о том, что во время опыта значение фактора устанавливают на верхнем уровне, а знак «-» показывает, что значение фактора устанавливают на нижнем уровне.

В таблице 1 приведена матрица планирования ПФЭ<sup>23</sup> для трех факторов:  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ .

Таблица 1

Матрица планирования экспериментов ПФЭ<sup>23</sup>

| № эксперимента | Факторы |       |       | Эффекты взаимодействия |          |          |
|----------------|---------|-------|-------|------------------------|----------|----------|
|                | $x_1$   | $x_2$ | $x_3$ | $x_1x_2$               | $x_1x_3$ | $x_2x_3$ |
| 1              | -1      | -1    | -1    | 1                      | 1        | 1        |
| 2              | 1       | -1    | -1    | -1                     | -1       | 1        |
| 3              | -1      | 1     | -1    | -1                     | 1        | -1       |
| 4              | 1       | 1     | -1    | 1                      | -1       | -1       |
| 5              | -1      | -1    | 1     | 1                      | -1       | -1       |
| 6              | 1       | -1    | 1     | -1                     | 1        | -1       |
| 7              | -1      | 1     | 1     | -1                     | -1       | 1        |
| 8              | 1       | 1     | 1     | 1                      | 1        | 1        |

Перевод величины фактора в натуральную размерность осуществляют с учетом (1) по формуле:

$$z_i = z_{io} + \lambda_i x_i \quad (6)$$

Нами на основе планирования были проведены ряд экспериментов и получены соответствующие графики.

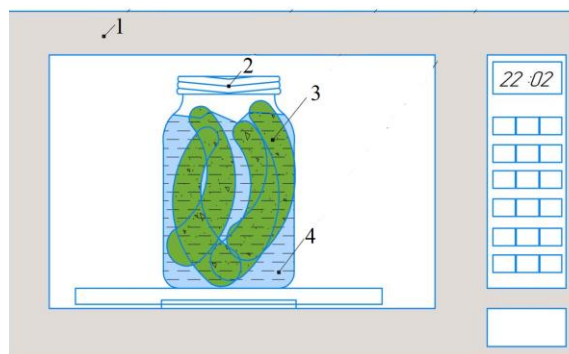


Рис 1. СВЧ экспериментальная установка.  
1- СВЧ печь, 2-банка, 3-огурцы, 4-вода

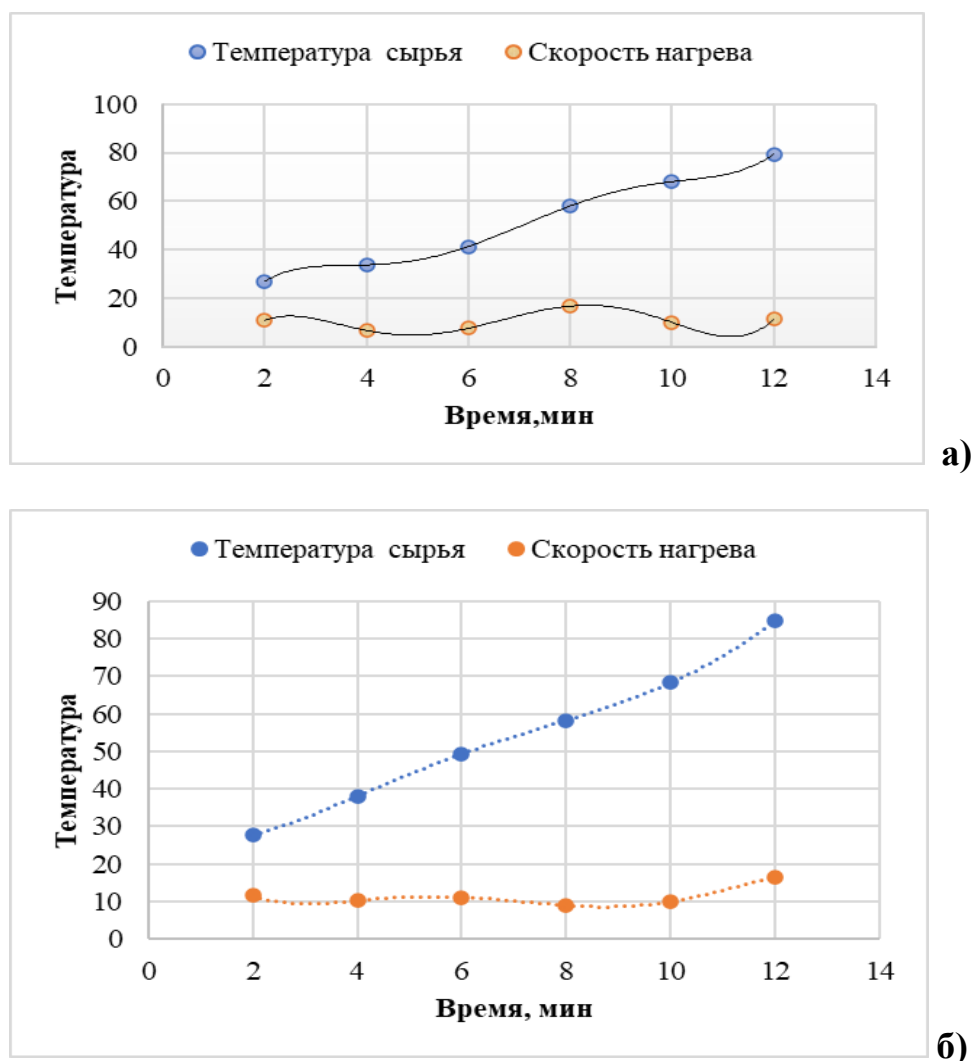


**Рис 2. Графики зависимости температуры от времени в стерилизуемых банках**  
 а) банка плотно заполнена огурцами, б) банка на половину заполнена огурцами

**Выводы.** Эксперименты, как правило, многофакторны и связаны с оптимизацией качества материалов, поиском оптимальных условий проведения технологических процессов, разработкой наиболее рациональных конструкций оборудования и т. д. Системы, служащие объектом таких исследований, очень часто являются таковыми. Сложны, что их невозможно теоретически изучить в разумные сроки. Поэтому, несмотря на значительный объем выполненных исследовательских работ, из-за отсутствия реальной возможности в достаточной степени изучить значительное количество объектов исследования, в результате многие решения принимаются на основе случайной информации и поэтому далеки от оптимальных.

На практике сама необходимость измерения большинства величин вызвана тем, что они не остаются постоянными, а изменяются в зависимости от изменения других величин. В этом случае целью эксперимента является установление типа функциональной зависимости  $y=f(X)$ . Для этого необходимо одновременно определить как значения  $X$ , так и соответствующие значения  $y$ , а задачей эксперимента является установление математической модели исследуемой зависимости. Фактически речь идет об установлении связи между двумя сериями наблюдений (измерений).

### Использованная литература

1. <https://old.bigenc.ru/agriculture/text/2941939>
2. Р.Р. Ибрагимов. Стерилизация пищевых продуктов обрабатываемых в сверхвысокочастотном поле. Техника и технология пищевых производств. Материалы XIV Международной научно-технической конференции 21–22 апреля 2022 года. С. 43
3. Р.Р. Ибрагимов. Стерилизация плодов и овощей в свч поле. Международная научно практическая конференция «Наука и инновационные технологии в производстве продуктов питания», Бухара 21-22 октября 2022 г., с.312-315
4. Ibragimov R.R., Kuldasheva F.S. The possibility of using ultra-high-frequency energy in the technologies of sterilization of plant raw materials. Universum. Технические науки 11 (116). Nov.2023. p.15-17
5. Ibragimov R.R., Sharipov N.Z., Narziyev M.S. Analysis of product processing at extremely high frequency. In Volume 4, Issue 10 of Web of Scientist: International Scientific Research Journal (WoS) Oct. 2023. p.264-268
6. Рогачев В.И., Бабарин В.П. Стерилизация в аппаратах непрерывного действия М.: Пищевая промышленность, 1978-248 с.
7. Рогачев В.И., Цейтмен И.М. Интенсификация процесса стерилизации консервов. М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1972-300 с.
8. Р.Р. Ибрагимов. Сверхвысокочастотная стерилизация пищевых продуктов. International journal of discourse on innovation, integration and education. Volume: 02 Issue: 02 | February 2021 ISSN: 2181-1067, с.281-284
9. Ibragimov R.R. Research of the process of low temperature sterilization of fruit and vegetables in a microwave field. Universum. Технические науки 5 (122). may.2024. p.42-45

*Ибрагимов Равшан Рустамович – базовый докторант, Бухарский инженерно – технологический институт, Тел.: +998930841979 (с), E-mail: [ravshanibragimov@mail.ru](mailto:ravshanibragimov@mail.ru)*

*Нарзиев Мирза Сайидович – к.т.н., доцент, зав. каф. «Технологические машины и оборудование», Бухарский инженерно – технологический институт, Тел.: +998973001377 (с)*

*Кулдашева Фируза Салимовна – старший преподаватель, Бухарский инженерно – технологический институт, Тел.: +998914478001 (с), E-mail: [coolfiruza@mail.ru](mailto:coolfiruza@mail.ru)*

*Шарипов Нодиржон Замирович – PhD, доцент кафедры «Технологические машины и оборудование», Бухарский инженерно – технологический институт, Тел.: +998973032277 (с)*