ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

NOQAT'IY MANTIQ MODELI ASOSIDA GELIOQURITGICHDAGI HARORATNI BASHORAT QILISH

Usmanov Komil Isroilovich,
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
E-mail: fuzzylogicrules@gmail.com
Sadikova Shaxnozaxon Shukurillayevna
Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Quritish jarayoni tarkibiy yo'qotishlarni minimallashtirishning eng ekologik toza usuli hisoblanadi. Ushbu jarayon mahsulot sifati, tuzilishi va rangiga minimal zarar yetkazadigan uzoq muddatli saqlashda har xil turdagi mahsulotlar uchun ishlatilishi mumkin. Quritish kamerasidagi haroratni bashorat qilish orqali quritish jarayonining samaradorligini oshiradi hamda mahsulot sifatini yaxshilaydi. Haroratni nazorat qilish mahsulotning namlik darajasini samarali kamaytirish bilan birga uning oziqaviy xususiyatlarini maksimal darajada saqlash imkonini beradi. Mazkur ishda, gelioquritgichda bir qator tajribalarlar o'tkazilib, uning asosiy xususiyatlari o'rganildi. Tajriba natijalari asosida noqat'iy mantiq modelini qo'llaganda, quritish kamerasidagi harorat 50,8°C ga teng bo'lishi aniq bashorat qilindi, bu esa tajriba natijalari bilan to'liq mos keladi. Taklif etilayotgan modelning aniqligi o'rtacha kvadratik xatolik (RMSE) 0,36 °C, o'rtacha kvadratik xatolikning foizi (RMSE%) esa 0.83% ekanligini ko'rsatdi. Ushbu usul orqali quritgichning samaradorligini bashorat qila oladigan nazariy natijani olish va ishlab chiqish orqali kelajakdagi ishlarda amaliy qo'llash uchun uning ish faoliyatini yaxshilash hisoblanadi.

Kalit so'zlar: quyosh radiatsiyasi, Tabiiy konveksiyali quritgich, Mamdami algorotmi modeli, Noqat'iy mantiq, Modellashtirish, Bashoratlash.

Аннотация. Процесс сушки считается наиболее экологически чистым методом минимизации структурных изменений. Этот процесс может использоваться для длительного хранения всех видов продукции с минимальным ущербом для качества, структуры и цвета продукта. Контроль температуры в сушильной камере повышает эффективность процесса сушки и улучшает качество продукта. Контроль температуры позволяет эффективно снижать содержание влаги в продукте, сохраняя при этом максимальную пищевую ценность. В данной работе была проведена серия экспериментов в гелиодоризаторе для изучения его основных свойств. На основе экспериментальных результатов с помощью модели нечеткой логики была точно предсказана температура в сушильной камере, составившая 50,8 °C, что полностью согласуется с экспериментальными результатами. Точность предложенной модели составила 0,36 °C со среднеквадратичной ошибкой (RMSE) 0,36 °C и среднеквадратичной

ISSN 3030-3907

ошибкой в процентах (RMSE%) 0,83%. Данный метод предназначен для получения теоретического результата, позволяющего прогнозировать эффективность сушилки, и для улучшения ее характеристик для практического применения в будущих работах путем расчета ее производительности.

Ключевые слова: Солнечное излучение, Сушилка с естественной конвекцией, Модель алгоритма Мамдама, Нечеткая логика, Моделирование, Прогнозирование.

Abstract. Drying process is considered as the most environmentally friendly method of minimizing structural changes. This process can be used for long-term storage of all types of products with minimal damage to the quality, structure and color of the product. Temperature control in the drying chamber increases the efficiency of the drying process and improves the quality of the product. Temperature control allows to effectively reduce the moisture content in the product while maintaining maximum nutritional value. In this work, a series of experiments were conducted in a heliodorizer to study its main properties. Based on the experimental results, the fuzzy logic model accurately predicted the temperature in the drying chamber, which was 50.8 °C, which is completely consistent with the experimental results. The accuracy of the proposed model was 0.36 °C with a root mean square error (RMSE) of 0.36 °C and a root mean square error (RMSE%) of 0.83%. This method is intended to obtain a theoretical result to predict the dryer efficiency and to improve its performance for practical application in future works by calculating its performance.

Keywords: Solar radiation, Natural convection dryer, Mamdam algorithm model, Fuzzy logic, Modeling, Forecasting.

KIRISH.

Dorivor o‘simliklar turli xil vitaminlar va minerallarga juda boy bo‘lib, inson ratsionining asosiy manbai hisoblanadi. Ular nafaqat sog‘liqni saqlash va kasalliklarning oldini olishda, balki organizmning normal faoliyatini ta’minlashda ham muhim rol o‘ynaydi. Ushbu mahsulotlarning 80% suvdan iborat bo‘lib, bu esa ularni tarkibini va saqlash muddatini tez buzilishiga sabab bo‘ladi. Bu kabi yuz beradigan noqulaylik holatlarini inobatga olgan holda, dorivor mahsulotlarni uzoq muddatli saqlashini ta’minlashda quritish texnologiyalaridan foydalanish talab etiladi. Dorivor o'simliklarni quritish jarayoni boshqarish murakkab va qimmat bo‘lgan usullardan biri hisoblanadi. Dorivor o'simliklardagi faol moddalar saqlab qolinishi uchun uning namligini past haroratda kamaytirish zarur bo‘ladi. Umuman qishloq-xo‘jaligi sanoatida quritish jarayonini optimallashtirish ikkita asosiy talabga javob berishi kerak, ya’ni zarur bo‘lgan energiya sarfini ta’minlash va quritilgan mahsulot sifatini saqlash; yo‘qotishlarni kamaytirish,

ISSN 3030-3907

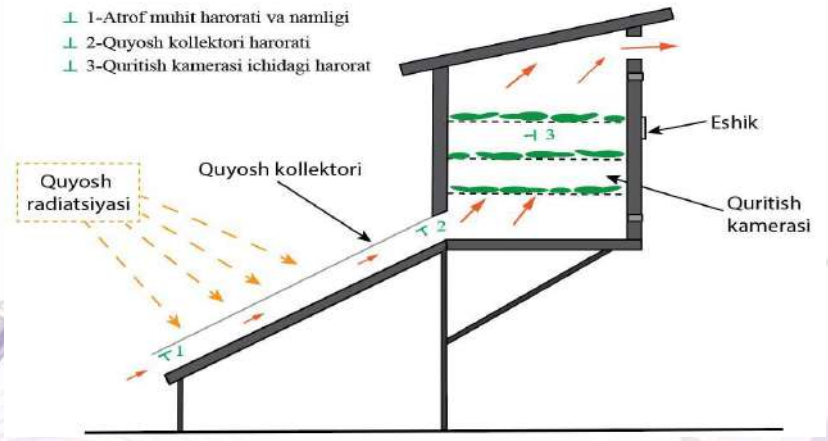
mahsulot sifati va investitsiya xarajatlarini yaxshilash quyosh quritgichga qo‘yiladigan asosiy muhim mezonlardir. Bir qator quyosh quritgichlari yuqoridagi keltirib o‘tilgan mezonlarga javob bermaydi. Shuning uchun yuqori samarali quyosh quritgichni ishlab chiqish talab etilinadi va bu katta iqtisodiy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Mazkur yo‘nalishlar doirasida ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan bir qator ilmiy izlanishlar olib borilgan. Jumladan, Mohammadi va boshqalar yarim quyosh issiqxonasi muhitini adaptiv, teskari aloqa va intellektual modellashtirish usullarini taklif qilgan.

MATERIAL VA METODLAR.

O‘zbekiston janubiy kenglikda joylashgani sababli, mamlakat yoz mavsumida bevosita quyosh nurlanishi ko‘proq tushadi va bu jarayon uzoq davom etadi. Mamlakatda yil davomida 320 kundan ortiq quyoshli kunlar bo‘lib, yillik o‘rtacha quyosh radiatsiyasi 1400 dan 1800 kWt/m² oralig‘ida o‘zgardi. O‘zbekistonda mavjud bo‘lgan bu boy quyosh energiyasi manbai mamlakatda quyosh energiyasidan samarali foydalanish imkoniyatlarini oshiradi.

Tabiiy konveksiya asosida ishlaydigan quyosh quritgichi quyosh havoni isitish moslamasi va quritish kamerasidan iborat(1-rasm). Quyosh havoni isitish moslamasi 1,71 m² yuzaga ega bo‘lgan tekis shisha plastinkadan iborat bo‘lib, uning o‘lchamlari 1,9 × 0,9 × 0,2 m. Isitish moslamasining ichki yuzasi quyosh nurlarini maksimal darajada yutish uchun qora bo‘yoq bilan qoplangan. Quritish kamerasi 2 mm qalinlikdagi oddiy po‘latdan yasalgan bo‘lib, uning kengligi, chuqurligi va balandligi 0,7 × 0,9 × 0,5 m ni tashkil qiladi. Quritish kamerasining ichki qismi quritish uchun optimal sharoitlarni saqlash maqsadida 6 mm yog‘och panerlar bilan to‘liq izolyatsiya qilingan. Quyosh nurlari shaffof shisha oyna orqali o‘tib, uning ostidagi havoni isitadi. Isitilgan havo quritish kamerasiga oqib kiradi. Quyosh havoni isitish moslamasi O‘zbekiston sharoitida yil davomida samarali ishlashi uchun gorizontga nisbatan 30° burchak ostida joylashtirilgan va quyosh nurlaridan maksimal foydalanish maqsadida janubga yo‘naltirilgan.



1-rasm. Tabiiy konveksiyali quyosh quritgichining sxematik ko‘rinishi

ISSN 3030-3907

Tizimning chiqish harakteristikalarini to‘liq tahlil qilish uchun avvalo uning statik va dinamik xususiyatlarini aniqlash talab etiladi. Ushbu xususiyatlar turli quyosh radiatsiyasi va atrof-muhit harorati sharoitida quritish kamerasidagi haroratini o‘lchash asosida aniqlanadi. Ushbu tajribalarni amalga oshirish uchun quritgich mahsulot yuklanmagan holda ochiq joyga, daraxtlar va binolar soyasidan uzoqroqqa joylashtirildi. Tajribalar ertalab 10:00 dan 17:00 gacha davom etgan, chunki bu vaqtda quyosh radiatsiyasi va atrof-muhit harorati nisbatan barqaror deb hisoblanadi. Natijalar 1-jadvalda ko‘rsatilgan.

1-jadval.

Quyosh radiatsiyasi va tashqi muhit haroratiga qarab quritish kamerasidagi haroratning o‘zgarishi

Vaqt	***10:00***	***11:00***	***12:00***	***13:00***	***14:00***	***15:00***	***16:00***	***17:00***
Quyosh radiatsiyasi	538	620	673	700	705	683	646	584
Tashqi muhit harorati	39.4	42.2	44.3	45.7	41.1	39.2	40	41.6
Tashqi muhit namligi	22	20	18	17	17	16	16	17
Quritish kamerasi ichidagi harorat	42.9	45.8	48.5	50.4	51	48.8	47.6	46.9

Turli ob-havo sharoitlarida olib borilgan tajribalar zarur bo‘lgan quyosh radiatsiyasi qiymatlarini ta’minlash uchun mo‘ljallangan. Harorat, atrof-muhit harorati va quyosh radiatsiyasi har soatda o‘lchangan. Quritish kamerasidagi harorat tabiiy rejimda uchta nuqtasida o‘lchangan. Tanlangan uchta nuqtadagi o‘rtacha haroratlar orasida sezilarli farq aniqlanmadi (eng katta farq 1,4 °C bo‘ldi). Shuning uchun modellashtirish jarayonida faqat quritish kamerasidagi harorat qiymati inobatga olinadi.

Quyosh quritgichi murakkab tizim bo‘lib, ikkita kirish (quyosh radiatsiyasi, va atrof-muhit harorati) va bitta chiqish (quritish kamerasi harorati)ga ega. Har bir operatsion nuqtada quritgichni nochiziqli model orqali modellashtirish mumkin. Shunday qilib, quritgichni identifikatsiyalangan operatsion nuqtalar atrofida bir nechta nochiziqli modellardan foydalanib modellashtirish mumkin. Har qanday operatsion nuqtada mos nochiziqli modelni tanlash uchun *Mamdani* algoritmi interfeysi tizimi ishlatilishi mumkin.

TADQIQOT NATIJALARI.

Matlab R2014a dasturida *Mamdani* algoritmi interfeysi tanlanib, modelda ishtirok etadigan kirish (quyosh radiatsiyasi, tashqi muhit harorati) va chiqish

ISSN 3030-3907

(quritish kamerasi ichidagi harorat) o‘zgaruvchilari belgilab olindi. Kirish o‘zgaruvchilari tizimga ta’sir qiluvchi faktorlar bo‘lsa, chiqish o‘zgaruvchilari tizimning natijalarini ifodalaydi.

Har bir kirish va chiqish o‘zgaruvchisi uchun noaniq mantiq qoidalari ishlab chiqildi. Quyosh radiatsiyasi uchun toifalar quyidagicha belgilangan: “*eng past*”, “*pastroq*”, “*o‘rtacha*”, “*yuqoriroq*”, va “*eng yuqori*”. Tashqi muhit harorati esa “*sovuq*”, “*iliq*”, va “*issiq*” kabi toifalarga ajratilgan. Quritish kamerasi harorati uchun esa “*past harorat (T1)*”, “*pastroq harorat (T2)*”, “*o‘rtacha harorat (T3)*”, “*yuqoriroq harorat (T4)*”, va “*eng yuqori harorat (T5)*” toifalari aniqlangan.

Ushbu qoidalarga asoslangan holda, har bir toifa uchun mos tegishlilik funksiyalari (membership functions) ishlab chiqilgan. Tegishlilik funksiyalari tizimning noqat’iy mantiq o‘zgaruvchilarini aniqlashda va noaniqlikni aniqlik bilan modellashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Bu yondashuv tizimning noaniq va nochiziqli xatti-harakatlarini bashorat qilish imkoniyatini beradi.

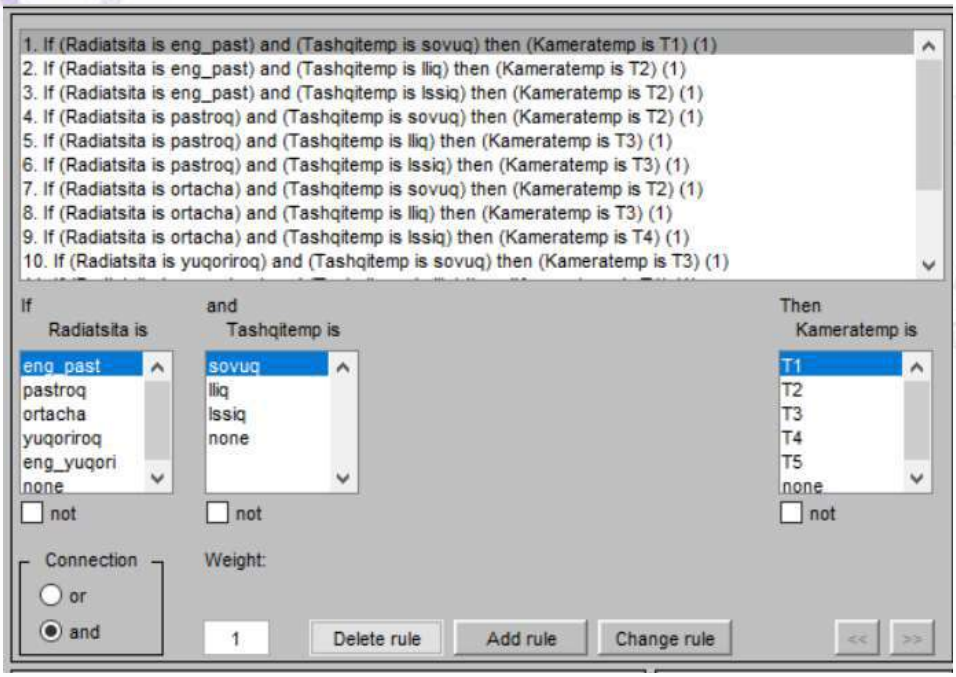
Belgilashlar yordamida tegishlilik funksiyalari ishlab chiqilgandan so‘ng, tajriba natijalaridan foydalangan holda xulosa chiqarish mexanizmi uchun qoidalar bazasi yaratildi.

1. If (Radiatsiya is eng_past) and (Tashqitemp is sovuq) then (Kameratemp is T1)
2. If (Radiatsiya is eng_past) and (Tashqitemp is iliq) then (Kameratemp is T2)
3. If (Radiatsiya is eng_past) and (Tashqitemp is issiq) then (Kameratemp is T2)
4. If (Radiatsiya is pastroq) and (Tashqitemp is sovuq) then (Kameratemp is T2)
5. If (Radiatsiya is pastroq) and (Tashqitemp is iliq) then (Kameratemp is T3)
6. If (Radiatsiya is pastroq) and (Tashqitemp is issiq) then (Kameratemp is T3)
7. If (Radiatsiya is ortacha) and (Tashqitemp is sovuq) then (Kameratemp is T2)
8. If (Radiatsiya is ortacha) and (Tashqitemp is iliq) then (Kameratemp is T3)
9. If (Radiatsiya is ortacha) and (Tashqitemp is issiq) then (Kameratemp is T4)
10. If (Radiatsiya is yuqoriroq) and (Tashqitemp is sovuq) then (Kameratemp is T3)
11. If (Radiatsiya is yuqoriroq) and (Tashqitemp is iliq) then (Kameratemp is T4)
12. If (Radiatsiya is yuqoriroq) and (Tashqitemp is issiq) then (Kameratemp is T5)
13. If (Radiatsiya is eng_yuqori) and (Tashqitemp is sovuq) then (Kameratemp is T3)
14. If (Radiatsiya is eng_yuqori) and (Tashqitemp is iliq) then (Kameratemp is T5)
15. If (Radiatsiya is eng_yuqori) and (Tashqitemp is issiq) then (Kameratemp is T5)

Tabiiy konveksiya sharoitlarida quritish kamerasidagi harorat qiymatlari bashoratlash uchun 15 ta noqat’iy mantiq qoidalar (*if-then)* to‘plami yaratildi (1-

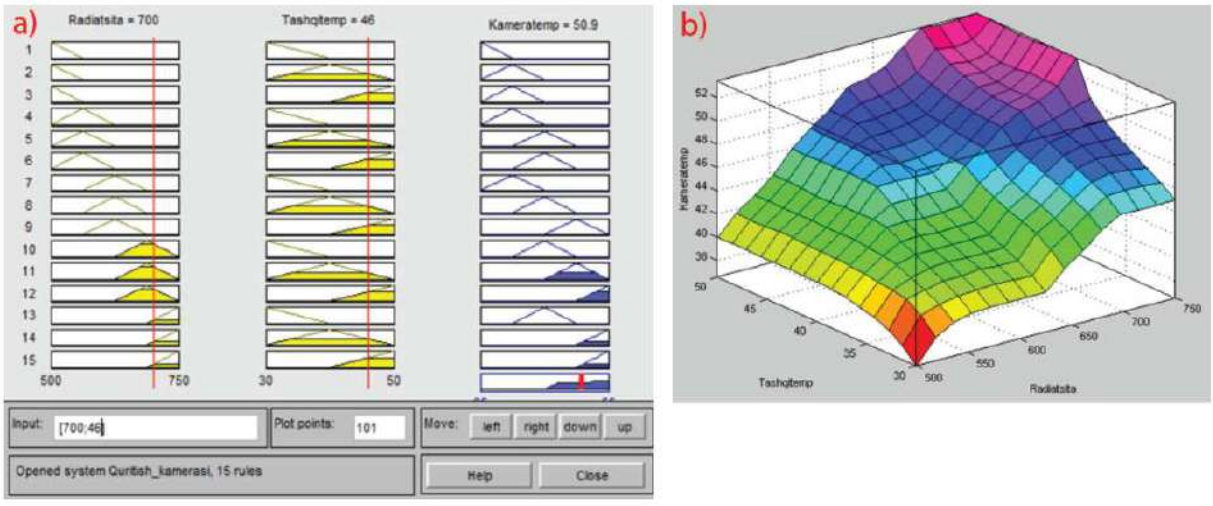
ISSN 3030-3907

rasm). Ushbu modelda Mamdani usulidan foydalangan holda tegishlilik funksiyalari shakllantirildi va xulosa chiqarish mexanizmi qoidalar bazasidan foydalanib o‘qitildi.



1-rasm. Noqat’iy qiodalar bazazi oynasi

Mamdani algoritmi modelida, natijalar noqat’iy mantiq qoidalar to‘plami asosida hisoblanadi. Noqat’iy mantiq natijalarni aniq qiymatlarga aylantirish uchun defuzzifikatsiya jarayoni qo‘llaniladi. Bu jarayon noqat’iy mantiq natijalarni o‘lchash va aniq chiqish qiymatini olish uchun kerak.



2-rasm. Noqat’iy xulosalar tizimining mantiqiy qoidalar(a) va uch o‘lchovli sirt grafik(b) interfeysi

Modelda quyosh radiatsiyasi, tashqi muhit harorati parametrlarining o‘zgarishi bilan quritish kamerasidagi haroratning o‘zgarish dinamikasi hisoblab chiqilgan. 2b-rasmda uch o‘lchovli sirt diagrammasi, ushbu uchta omilning o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatilgan, yani quyosh radiatsiyasi va tashqi muhit haroratning

ISSN 3030-3907

oshishi quritish kamerasidagi haroratga sezilarli ta‘sir ko‘rsatayotgani keltirilgan. 2-jadvalda Mamdani modeli orqali bashorat qilingan quritish kamerasi haroratining qiymatlari taqdim etilgan.

2-jadval.

Mamdani modeli orqali bashorat qilingan quritish kamerasidagi haroratning qiymatlari

Quyosh radiatsiyasi		**538**	**620**	**673**	**700**	**705**	**683**	**646**	**584**
Tashqi muhit harorati		39.4	42.2	44.3	45.7	41.1	39.2	40	41.6
Quritish kamerasidagi harorat	Tajriba orqali olingan natijalar	42.5	45.8	48.5	50.4	51	48.8	47.6	46.9
	Mamdani modeli natijalari	42.9	46.3	49	50.8	50.7	48.7	47.1	46.7

2a-rasmda ko‘rsatilgan qoidalarga asoslangan mantiqiy model ham xuddi shu parametrlar bo‘yicha kameradagi harorat qiymatini bashorat qiladi. Ushbu natijalar real tajriba o‘lchovlari bilan solishtirilganda, ma’lum bir moslik mavjudligini ko‘rish mumkin. Masalan, tajriba davomida 700 Wt/m² radiatsiya va 46°C tashqi harorat sharoitida kameradagi harorat 50,8°C ga yetgan, bu modelning bashoratiga juda yaqin natija hisoblanadi. Quritgich modeli tajriba natijalari bilan yuqori darajada mos keldi. Ayniqsa, quyosh radiatsiyasi va tashqi muhit haroratning yuqori qiymatlarida model aniq natijalar beradi. Bu modelning amaliy sharoitda ishlatishga yaroqli ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu modelning quritish jarayonini oldindan baholash va boshqarishda samarali ekanligi aniqlandi. Ishlab chiqilgan model orqali optimal quritish sharoitlarini aniqlashga va energiya sarfini kamaytirishga erishish mumkin. Modelning aniqligi o‘rtacha kvadratik xatolik (RMSE) 0,386 °C, o‘rtacha kvadratik xatolikning foizi (RMSE%) esa 0,83% ekanligi aniqlandi. Ishlab chiqilgan noqat’iy mantiq xulosalash modeli qurilmaning ishlashini qisqa vaqt ichida yuqori aniqlikda bashorat qilish imkonini beradi, bu esa ushbu bashoratlash usulni boshqa klassik usullariga nisbatan samaraliroq ekanligini ko‘rsatadi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqotda tabiiy konvektsiya rejimida ishlaydigan quyosh quritgichining prototipi modellashtirilib, uning statik va dinamik xususiyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari tizimning quyosh radiatsiyasi va atrof-muhit harorati kabi parametrlarning kombinatsiyalariga sezgir ekanligini ko‘rsatdi. Noaniqliklarni bartaraf etish maqsadida noqat’iy mantiq asosida Mamdani

ISSN 3030-3907

algoritmi modeli qo‘llanildi. Ushbu yondashuv quyosh quritgichining turli ob-havo sharoitlarida xatti-harakatlarini aniq bashorat qilishga imkon berdi.

Mamdani modeli, xususan, 700 Vt/m² radiatsiya va 46°C tashqi harorat sharoitida kameradagi haroratni 50,9°C deb aniq bashorat qildi, bu tajriba natijalari bilan mos keladi. Quyosh radiatsiyasi 750 Vt/m² ga yetib, tashqi harorat 50°C atrofida bo‘lganda, kameradagi harorat 52°C ga yetishi mumkinligi aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, modelning aniqligi o‘rtacha kvadratik xatolik (RMSE) 0,38 °C, RMSE foizi esa 0,82% ni tashkil etgani aniqlandi. Shuningdek, Mamdani algoritmi quritish jarayonini tez simulyatsiya qilish, mahsulot uchun optimal quritish sharoitlarini aniqlash hamda energiya sarfini kamaytirishda samarali vosita sifatida o‘zini namoyon etdi. Bu yondashuv quyosh quritgichlarida samarali nazorat tizimlarini yaratish va quritish texnologiyalarini takomillashtirish imkoniyatini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Usmanov, K., Eshbobaev, J., & Yakubova, N. (2023). Modeling and optimization of the ammonium solution extraction process. *Engineering Proceedings*, *56*(1), 198.

2. Sidikov, I. H., Usmanov, K. I., & Yakubova, N. S. (2020). Nochiziqli dinamik obyektlarni sinergetik boshqarish usulidan foydalanib sintezlash. *Muxammad al-Xorazmiy avlodlari, Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal*, (1), 11.

3. Usmanov, R., Siddikov, I., Yakubova, N., & Rahmanov, A. (2018). Adaptive identification of the Neural system of Controlling nonlinear Dynamic Objects. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, *5*(2), 5195-5199.

4. Sidikov, I. K., Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., & Kazakhbaev, S. A. (2020). Fuzzy synergetic control of nonlinear systems. *Journal of Advances in Engineering Technology,(2)*, 16-19.

5. Uteuliev, N. U., Yakubova, N. S., Usmanov, K. I., & Yadgarva, D. B. (2018). System of adaptive control of technological parameters of production of soda. *System*, *10*, 19-2018.

6. Сидиков, И. Х., Усманов, К. И., Якубова, Н. С., & Казахбаев, С. А. (2020). Нечеткое синергетическое управление нели-нейных систем. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 16-19.

7. Yakubova, N., Istanbullu, A., Siddiqov, I., & Usmanov, K. (2026). Hybrid Quantum-Fuzzy Control for Intelligent Steam Heating Management in Thermal Power Plants. *Engineering Proceedings*, *117*(1), 33.

8. Султанова, Ш. А., Усманов, К. И., Унгбаева, Д. У., & Таджибаева, Д. А. (2024). РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ НЕЙРО-НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

ISSN 3030-3907

ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВА-НИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКИ. *Universum: технические науки*, *2*(5 (122)), 5-9.

9. Усманов, К. И., Сарболаев, Ф. Н., Исломова, Ф. К., & Якубова, Н. С. (2020). Адаптивно нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных динамических объектов. *Universum: технические науки*, (3-1 (72)), 24-28.

10. Усманов, К. И., Султанова, Ш. А., Унгбаева, Д. У., & Максудова, А. И. (2025). Динамическое моделирование и тонкослойная сушка листьев подорожника в солнечных сушилках. *Universum: технические науки*, *2*(1 (130)), 4-8.

11. Усманов, К. И., Исламова, Ф. К., Режабов, С. А., & Жабборов, А. О. (2024). Моделирование сушки лекарственных растений на шкафной гелиосушилке. *Universum: технические науки*, *2*(12 (129)), 32-35.

12. Usmanov, K. I. (2022). SYNERGISTIC INTELLIGENT CONTROL OF NONLINEAR DYNAMIC OBJECTS. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (1), 10-13.

13. Eshbobaev, J., Rakhimov, A., Norkobilov, A., Usmanov, K., Turakulov, Z., Kamolov, A., ... & Khamidov, B. (2026). Comparison of intelligent and traditional control systems in wastewater treatment process control. *Engineering Proceedings*, *124*(1), 4029.

14. Usmanov, K., Yakubova, N., Sultanova, S., & Turakulov, Z. (2026). Fuzzy-Logic-Based Intelligent Control of a Cabinet Solar Dryer for Plantago major Leaves Under Real Climatic Conditions in Tashkent. *Engineering Proceedings*, *117*(1), 35.

15. Usmanov, K., Yakubova, N., Rejabov, S., Eshbobaev, J., & Yusupov, M. (2026). Prediction of Drying Efficiency in Cabinet Solar Dryers for Medicinal Plants Using Artificial Neural Networks. *Engineering Proceedings*, *117*(1), 42.

16. Yakubova, N., Siddiqov, I., Usmanov, K., Turakulov, Z., & Akramkhodjayev, Y. (2026). Quantum-Fuzzy Adaptive Control Architecture for Nonlinear Dynamic Systems in Industrial Automation. *Engineering Proceedings*, *124*(1), 102.

ISSN 3030-3907