ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 4

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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

O‘SIMLIKLARNI ELEKTR IMPULSLI ISHLOV BERISH JARAYONINI NORAVSHAN MANTIQ ASOSIDA MODELLASHTIRISH

Abdullayev Mirshod Shuxratovich
Buxoro davlat texnika universiteti “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish” kafedrasi tayanch doktoranti, Buxoro shahri, O‘zbekiston Respublikasi.
Email: mirshodabdullayev@gmail.com
Bozorov Elmurod Ostanovich
“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasi dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, Toshkent shahri, O‘zbekiston Respublikasi.
Email: bozorovelmurod@gmail.com
Mirxanova Manzura Abbasovna
Buxoro davlat texnika universiteti “Mexanika va muhandislik grafikasi” kafedrasi katta o‘qituvchisi, Buxoro shahri, O‘zbekiston Respublikasi.
Email: mmirxanova59@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada o‘simliklarga elektr impulsli ishlov berish jarayonini samarali boshqarish masalasi tadqiq etilib, ushbu jarayon uchun noravshan mantiq asosida boshqaruv tizimini sintezlash algoritmlari ishlab chiqilgan. Elektr impulsli ishlov berish texnologiyasi o‘simlik kasalliklariga qarshi ekologik xavfsiz va energiya tejamkor usul sifatida qaraladi, biroq jarayon parametrlarining nochiziqli o‘zgarishi va tashqi omillarga bog‘liqligi boshqaruvni murakkablashtiradi. Shu sababli tadqiqotda jarayon parametrlarining noaniqligi va o‘zgaruvchanligini hisobga oluvchi noravshan boshqaruv yondashuvi taklif etildi. Tadqiqot davomida impuls kuchlanishi, kondensator sig‘imi, impuls ta’sir davomiyligi hamda zararlanish darajasi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklar tahlil qilindi. Ushbu parametrlar asosida noravshan qoidalar bazasi shakllantirilib, kirish va chiqish o‘zgaruvchilari uchun mos a’zolik funksiyalari ishlab chiqildi. Taklif etilgan boshqaruv algoritmi jarayon parametrlarining noaniqligi sharoitida ham tizimning barqaror ishlashini ta’minlab, energiya sarfini kamaytirish hamda o‘simliklarni zararsizlantirish darajasini optimal boshqarish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari elektr impulsli ishlov berish jarayonini avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida qo‘llash, energiya tejamkor rejimlarni aniqlash hamda qishloq xo‘jaligida ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: elektr impulsli ishlov berish, noravshan boshqaruv, fuzzy logic, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi, energiya samaradorligi, o‘simliklarni zararsizlantirish, optimallashtirish.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В данной статье рассматривается задача эффективного управления процессом электроимпульсной обработки растений и разработаны алгоритмы синтеза системы управления на основе нечеткой логики. Технология электроимпульсной обработки рассматривается как экологически безопасный и энергоэффективный метод борьбы с заболеваниями растений. Однако нелинейный характер процесса, а также влияние внешних факторов и неопределенность параметров существенно усложняют задачу управления. В связи с этим в работе предложен подход к управлению, основанный на использовании нечеткой логики, позволяющий учитывать неопределенность параметров технологического процесса. В ходе исследования проанализированы взаимосвязи между основными параметрами процесса, такими как напряжение импульса, емкость конденсатора, длительность воздействия импульса и степень повреждения растительных тканей. На основе полученных зависимостей сформирована база нечетких правил, а также разработаны функции принадлежности для входных и выходных переменных системы управления. Предложенный алгоритм управления обеспечивает устойчивую работу системы в условиях неопределенности параметров процесса, позволяет снизить энергозатраты и обеспечить оптимальный уровень обработки растений. Полученные результаты могут быть использованы при разработке автоматизированных систем управления процессом электроимпульсной обработки растений и способствуют внедрению энергоэффективных и экологически безопасных технологий в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: электроимпульсная обработка, нечеткое управление, нечеткая логика, автоматизированные системы управления, энергоэффективность, оптимизация, растения.

Abstract. This article investigates the problem of efficient control of the pulsed electric field (PEF) treatment process for plants and proposes algorithms for synthesizing a fuzzy logic–based control system. Pulsed electric treatment technology is considered an environmentally safe and energy-efficient method for controlling plant diseases. However, the nonlinear nature of the process, as well as the influence of external factors and parameter uncertainty, significantly complicates the control task. Therefore, a control approach based on fuzzy logic is proposed to account for the uncertainty and variability of process parameters. In the course of the study, the relationships between the main technological parameters of the process—pulse voltage, capacitor capacitance, pulse duration, and the degree of plant tissue damage—were analyzed. Based on these relationships, a fuzzy rule base was constructed, and appropriate membership

ISSN 3030-3907

functions for the input and output variables of the control system were developed. The proposed control algorithm ensures stable system operation under conditions of parameter uncertainty, reduces energy consumption, and provides optimal control of the treatment effectiveness. The obtained results can be applied in the development of automated control systems for pulsed electric field treatment processes and contribute to the implementation of energy-efficient and environmentally friendly technologies in agriculture.

Key words: pulsed electric field treatment, fuzzy control, fuzzy logic, automated control systems, energy efficiency, optimization, plant treatment.

1.KIRISH.

Qishloq xo‘jaligida o‘simliklarga ishlov berish jarayonlarini avtomatlashtirish va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi. An’anaviy kimyoviy va mexanik ishlov berish usullari ekologik xavfsizlik talablariga to‘liq javob bermasligi, energiya sarfining yuqoriligi hamda biologik obyektlarning individual xususiyatlarini hisobga olish imkoniyatlarining cheklanganligi bilan tavsiflanadi. Shu sababli, o‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish texnologiyasi ekologik toza, samarali va istiqbolli yechim sifatida ilmiy tadqiqotlarda keng o‘rganilmoqda [1-5].

Elektr impulsli ishlov jarayoni kuchlanish qiymati, impuls davomiyligi va energiya parametrlari kabi o‘zaro bog‘liq bo‘lgan kattaliklar orqali aniqlanadi. Ushbu parametrlarning optimal qiymatlarini tanlash jarayon samaradorligi, o‘simlik to‘qimalarining zararlanish darajasi va energiya sarfiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Biroq biologik obyektlarning noaniqligi, tashqi muhit omillari va jarayon parametrlarining o‘zgaruvchanligi an’anaviy boshqaruv usullari yordamida yuqori aniqlikdagi boshqaruvni ta’minlashni qiyinlashtiradi.

Mazkur sharoitda noravshan (noravshan) boshqaruv tizimlari jarayonning noaniq va nolinear xususiyatlarini hisobga olish imkoniyatiga ega bo‘lib, o‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish jarayonini samarali boshqarishda katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Noravshan boshqaruv yondashuvi ekspert bilimlariga asoslangan qoidalar orqali jarayon parametrlarini moslashtirish, tizimning barqarorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirishga imkon beradi [6–8].

Ushbu maqolaning maqsadi o‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish jarayonini samarali boshqarishni ta’minlovchi noravshan boshqaruv tizimini sintezlash algoritmlarini ishlab chiqishdan iborat.

Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: – elektr impulsli ishlov berish jarayonining asosiy boshqariluvchi parametrlarini

ISSN 3030-3907

aniqlash;
– jarayon samaradorligini baholovchi ko‘rsatkichlarni tanlash;
– noravshan boshqaruv tizimi tuzilmasi va qoidalar bazasini shakllantirish;
– boshqaruv algoritmlarini modellashtirish va ularning samaradorligini tahlil qilish.

2. USULLAR. O‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish jarayoni biologik obyektlarning murakkab, nolinear va noaniq xususiyatlari bilan tavsiflanadi. Jarayon parametrlarining o‘zgaruvchanligi hamda tashqi omillarning ta’siri an’anaviy matematik modellar asosida yuqori aniqlikdagi boshqaruvni amalga oshirishni qiyinlashtiradi. Shu sababli, ushbu tadqiqotda jarayonni boshqarish uchun noravshan (noravshan) mantiqqa asoslangan boshqaruv algoritmlari ishlab chiqildi.

Elektr impulsli ishlov berish jarayonida boshqaruv obyekti quyidagi asosiy kirish parametrlari bilan tavsiflanadi:

$$X=\{U,\tau,W\} \quad (1)$$

bu yerda:
U — impuls kuchlanishi (V),
τ — impuls davomiyligi (ms),
W — energiya sarfi (J).

Taklif etilgan noravshan boshqaruv tizimi quyidagi asosiy bloklardan tashkil topgan: kirish o‘zgaruvchilarni noravshanlashtirish bloki, qoidalar bazasi, xulosa chiqarish mexanizmi va aniqlashtirish bloki. Tizimning kirish o‘zgaruvchilari sifatida elektr impuls kuchlanishi, impuls davomiyligi va energiya parametrlari qabul qilindi. Chiqish o‘zgaruvchisi sifatida esa o‘simlik to‘qimalarining zararlanish darajasini rostlovchi boshqaruv signali tanlandi:

$$Y=D(\%) \quad (2)$$

Elektr impulsli ishlov berishda energiya sarfi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [4]:

$$W = \frac{1}{2}CU^2 \quad (3)$$

bu yerda C— kondensator sig‘imi, U— impuls kuchlanishi.

Noravshanlashtirish bosqichida kirish parametrlarining aniq qiymatlari lingvistik o‘zgaruvchilarga aylantirildi. Har bir kirish o‘zgaruvchisi uchun “past”, “o‘rta” va “yuqori” kabi a’zolik funksiyalari belgilandi. Ushbu funksiyalar jarayonning fizik va biologik xususiyatlarini hisobga olgan holda tanlandi.
Har bir kirish o‘zgaruvchisi uchun lingvistik qiymatlar belgilanadi:

$$U=\{\text{Past},\text{O‘rta},\text{Yuqori}\} \quad (4)$$

A’zolik funksiyalari uchburchak (triangular) ko‘rinishda tanlandi [7]:

ISSN 3030-3907

$$f(x;a,b,c)=\begin{cases}0, & x\le a;\\ \dfrac{x-a}{b-a}, & a\le x\le b;\\ \dfrac{c-x}{c-b}, & b\le x\le c;\\ 0, & c\le x.\end{cases} \quad (5)$$

Noravshan boshqaruv algoritmining asosini ekspert bilimlariga tayangan qoidalar bazasi tashkil etadi. Qoidalar “AGAR–UNDA” (IF–THEN) tamoyili asosida tuzildi. Masalan, agar elektr impuls kuchlanishi yuqori va impuls davomiyligi o‘rta bo‘lsa, unda boshqaruv signali o‘rta darajada shakllantiriladi. Shu tarzda barcha kirish o‘zgaruvchilar kombinatsiyalari uchun qoidalar bazasi hosil qilindi.

Boshqaruv algoritmi quyidagi qoidalarga asoslanadi:

$$R_i: AGARU=A_i\ VA\tau=B_iBO‘LSAD=C_i \quad (6)$$

Qoidalar bazasi jarayonni intuitiv va moslashuvchan boshqarish imkonini berib, biologik obyektlarning individual xususiyatlarini hisobga olishga xizmat qiladi. Bu esa boshqaruv tizimining barqarorligini va samaradorligini oshiradi.

Masalan:

AGAR U— yuqori VA τ— o‘rta BO‘LSA → D— yuqori

AGAR U— past VA τ— past BO‘LSA → D— past

Noravshan qoidalar faollashtirilgandan so‘ng, xulosa chiqarish mexanizmi yordamida oraliq noravshan natijalar shakllantiriladi. Tadqiqotda Mamdani tipidagi xulosa chiqarish algoritmidan foydalanildi, chunki u texnologik jarayonlarni boshqarishda keng qo‘llaniladi va tushunarli natijalar beradi [8, 9].

Mamdani tipidagi xulosa chiqarish qoidalar faollashuvi minimum operator orqali aniqlanadi:

$$\alpha_i=min(\mu_{Ui},\mu_{\tau i}) \quad (7)$$

Chiqish fuzzy to‘plami:

$$\mu_D(y)=max\alpha_i \quad (8)$$

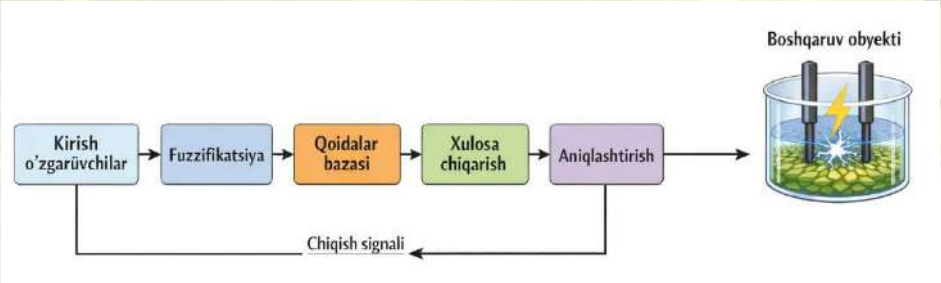
Aniqlashtirish bosqichida noravshan chiqish qiymati aniq boshqaruv signaliga aylantirildi. Bunda og‘irlik markazi (centroid) usuli qo‘llanildi. Ushbu usul chiqish signalining silliq va barqaror bo‘lishini ta’minlaydi, bu esa elektr impulsli ishlov berish jarayonida muhim ahamiyatga ega. Aniqlashtirish (defuzzification) Og‘irlik markazi usuli qo‘llanildi:

$$u=\sum_{n=1}^{9}u_n^*\mu_{T_u}\left(u_n^*\right)\Big/\sum_{n=1}^{9}\mu_{T_u}\left(u_n^*\right) \quad (9)$$

Taklif etilgan algoritm quyidagi ketma-ketlikda ishlaydi: dastlab jarayonning joriy holati haqida ma’lumotlar qabul qilinadi, so‘ngra kirish

ISSN 3030-3907

parametrlarining noravshanlashtirilishi amalga oshiriladi. Keyingi bosqichda qoidalar bazasi faollashtiriladi va xulosa chiqarish mexanizmi orqali boshqaruv signali shakllantiriladi. Yakuniy bosqichda aniqlashtirish amali bajarilib, jarayonga uzatiladigan aniq boshqaruv signali hosil qilinadi.



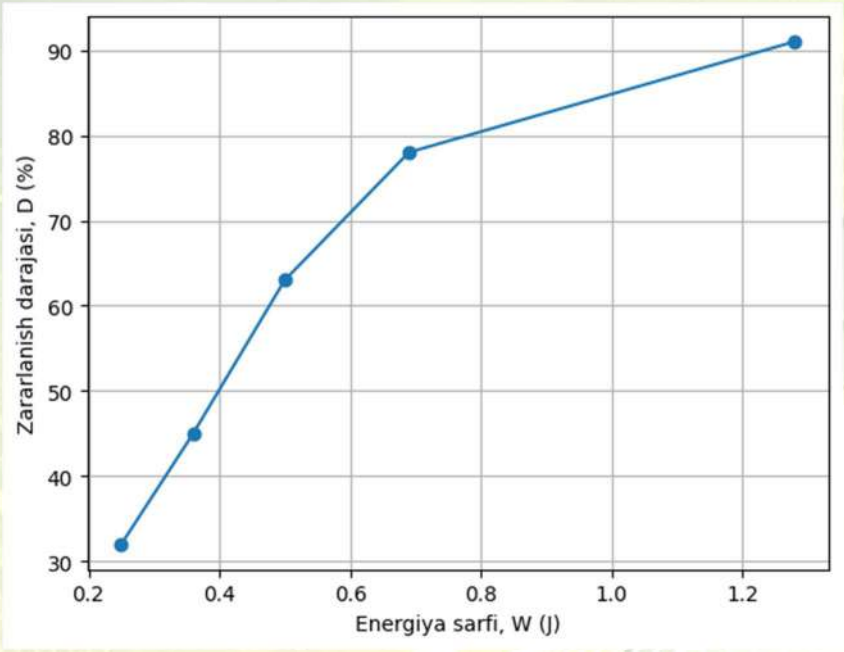
1-rasm. Noqatiy boshqaruvning blok-sxemasi

Modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatadiki, noravshan boshqaruv algoritmi yordamida o‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish jarayonining barqarorligi oshadi, zararlanish darajasi nazorat ostida ushlab turiladi va energiya sarfi kamayadi.

Taklif etilgan noravshan boshqaruv algoritmlarining samaradorligini baholash maqsadida o‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish jarayoni matematik modellashtirildi va hisoblash tajribalari o‘tkazildi. Tadqiqotda elektr impuls kuchlanishi, impuls davomiyligi va energiya sarfi kabi asosiy texnologik parametrlarning o‘simlik to‘qimalari zararlanish darajasiga ta’siri tahlil qilindi.

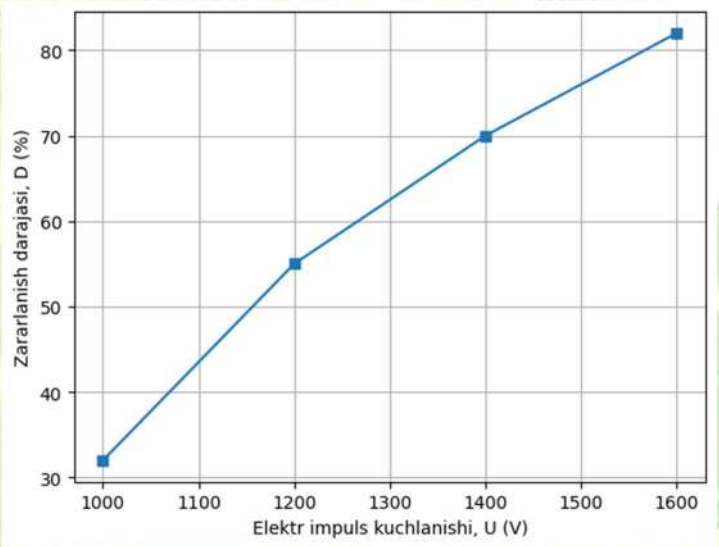
3. NATIJALAR VA MUHOKAMA. Hisoblash natijalari asosida energiya sarfi va o‘simlik to‘qimalarining zararlanish darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlik aniqlandi. Rasm 2 da ko‘rsatilganidek, energiya sarfining ortishi zararlanish darajasining oshishiga olib keladi. Biroq bu bog‘liqlik chiziqli bo‘lmay, ma’lum bir chegaradan so‘ng zararlanish darajasining o‘sish sur’ati sekinlashadi. Bu holat noravshan boshqaruv algoritmlaridan foydalanish orqali energiya sarfini minimallashtirgan holda yetarli biologik ta’sirga erishish mumkinligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Energiya sarfi va zararlanish darajasi

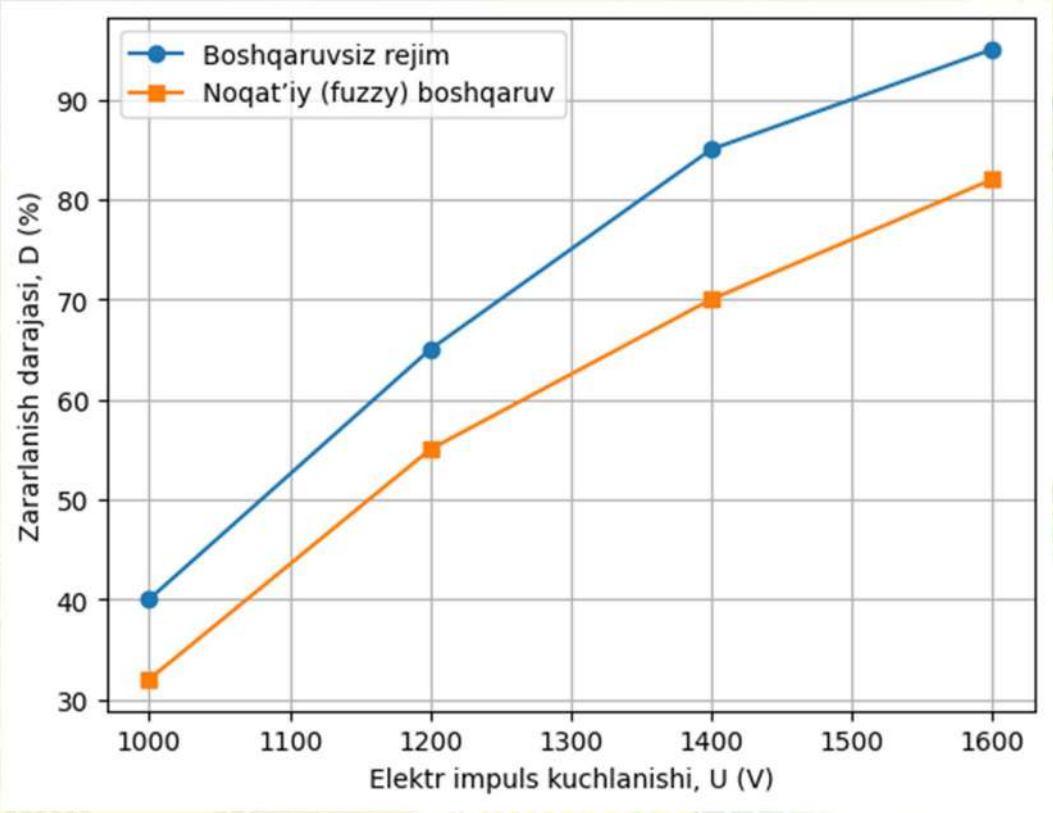
Elektr impuls kuchlanishining zararlanish darajasiga ta’siri Rasm 3 da keltirilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, kuchlanish qiymatining oshishi bilan o‘simlik to‘qimalarining zararlanish darajasi sezilarli darajada ortadi. Shu bilan birga, juda yuqori kuchlanish qiymatlari energiya sarfining keskin ko‘payishiga olib keladi. Noravshan boshqaruv algoritmi ushbu holatni hisobga olib, kuchlanishning optimal qiymatlarini avtomatik ravishda tanlash imkonini beradi.



3-rasm. Kuchlanish ta’siri bilan zararlanish darajasini taqqoslash

Grafik tahlili shuni ko‘rsatadiki, boshqaruvsiz rejimda elektr impuls kuchlanishining ortishi zararlanish darajasining keskin oshishiga olib keladi. Noravshan boshqaruv algoritmi esa jarayon parametrlarini moslashuvchan tarzda rostlab, zararlanish darajasini optimal chegarada ushlab turadi. Bu holat noravshan boshqaruv tizimining energiya samaradorligi va texnologik jarayonni barqarorlashtirishdagi ustunligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Elektr impuls kuchlanishining o‘zgarishida boshqaruvsiz va noravshan (fuzzy) boshqaruv rejimlarida o‘simlik to‘qimalarining

Noravshan boshqaruv tizimi yordamida olingan natijalar an’anaviy boshqaruv yondashuvlari bilan taqqoslandi. 1-jadvalda turli boshqaruv rejimlarida energiya sarfi va zararlanish darajasi qiymatlari keltirilgan.

1-Jadval

Elektr impulsli ishlov berish jarayonining asosiy natijalari

№	Kuchlanish, U (V)	Energiya sarfi, W (J)	Zararlanish darajasi, D (%)
1	1000	0.25	32
2	1200	0.36	45
3	1200	0.50	63
4	1400	0.69	78
5	1600	1.28	91

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, noravshan boshqaruv algoritmi yordamida energiya sarfini nisbatan past darajada saqlagan holda zararlanish darajasini samarali boshqarish mumkin. Bu esa jarayonning energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, noravshan boshqaruv algoritmlari biologik obyektlarga xos bo‘lgan noaniqlik va nochiziqliklarni hisobga olgan holda elektr impulsli ishlov berish jarayonini samarali boshqarish imkonini beradi. Grafik

ISSN 3030-3907

va jadval tahlili asosida aniqlanishicha, taklif etilgan yondashuv energiya sarfini kamaytirish bilan birga o‘simlik to‘qimalariga yetarli darajada ta’sir ko‘rsatishni ta’minlaydi. Ushbu holat noravshan boshqaruv tizimlarining qishloq xo‘jaligi texnologiyalarida qo‘llanishi istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

4. XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida o‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish jarayonini boshqarish uchun noravshan boshqaruv tizimini sintezlash algoritmlari ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv biologik obyektlarga xos bo‘lgan noaniqlik va nolinearliklarni hisobga olgan holda texnologik jarayonni barqaror va samarali boshqarish imkonini beradi.

Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, noravshan boshqaruv algoritmlaridan foydalanish elektr impulsli ishlov berish jarayonida energiya sarfini kamaytirish bilan birga o‘simlik to‘qimalarining zararlanish darajasini optimal chegarada ushlab turishni ta’minlaydi. Grafik va jadval tahlillari asosida jarayon parametrlarini moslashuvchan tarzda rostlash imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Taklif etilgan boshqaruv tizimi an’anaviy deterministik va chiziqli boshqaruv usullariga nisbatan yuqori moslashuvchanlikka ega bo‘lib, tashqi muhit omillarining o‘zgarishlariga tezkor javob qaytarish imkoniyatini yaratadi. Bu esa tizimning real vaqt rejimida samarali ishlashini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Zhang Y., Li J., Wang H. Application of pulsed electric field technology in agricultural and biological systems // *Biosystems Engineering*. – 2021. – Vol. 205. – P. 1–12.

2. Raso J., Heinz V. Pulsed electric fields technology for food and agricultural applications // *Food Engineering Reviews*. – 2019. – Vol. 11, No. 2. – P. 120–136.

3. Бозоров Э.О., Абдуллаев М.Ш. Исследование эффекта обработки электроимпульсами для дезинфекции растений // *Development of Science*. – 2026. – Т. 1, № 2. – С. 259–273.

4. Abdullayev M.S. Automation of the process of drying Amaranth-based feed pellets // *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing, 2023. – Vol. 2612. – No. 1.

5. Bozorov E.O., Abdullayev M.S. O‘simliklarni elektr impulsli ishlov berish texnologiyasining ishlash prinsipi // *International Scientific and Scientific-Technical Conference “Water-Energy and Food Security in the Context of Global Climate Change and Water Scarcity”*. – 2025. – Vol. 1. – No. 1. – P. 318–322.

6. Zadeh L.A. Fuzzy logic and approximate reasoning: Past, present and future // *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*. – 2019. – Vol. 5. – No. 3. – P. 8–16.

ISSN 3030-3907

7. Ross T.J. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. – 4th ed. – Hoboken: Wiley, 2021.
8. Mendel J.M. *Uncertain Rule-Based Fuzzy Systems: Introduction and New Directions*. – Cham: Springer, 2017.
9. Nguyen T.T., Tran Q.H., Lee S.H. Fuzzy control approach for nonlinear technological processes // *ISA Transactions*. – 2022. – Vol. 124. – P. 300–310.

ISSN 3030-3907