ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 5

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

EKOLOGIK BARQARORLIKNI TA'MINLASHDA DRON VA MONITORING TIZIMLARINING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI

Safarova Barchinoy Iskandar qiz
Buxoro davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada ekologik barqarorlikni ta'minlashda dron va sun'iy intellekt asosidagi AI monitoring tizimlarining zamonaviy yondashuvlari chuqur tahlil qilingan. So'nggi yillarda global iqlim o'zgarishi, cho'llanish, suv resurslarining kamayishi va atrof-muhit ifloslanishi kabi ekologik muammolarni hal qilishda raqamli texnologiyalarning ahamiyati ortib bormoqda. Tadqiqotda uchuvchisiz uchish apparatlari (dronlar) yordamida yig'ilgan multispektral, termal va geofazoviy ma'lumotlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida qayta ishlash usullari yoritilgan. Shuningdek, AI monitoring tizimlari orqali ekologik xavflarni real vaqt rejimida aniqlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, cho'llanish va tuproq degradatsiyasini monitoring qilish hamda biologik xilma-xillikni saqlash imkoniyatlari tahlil qilingan. Maqolada edge AI, swarm intelligence, IoT va geospatial analytics kabi zamonaviy texnologiyalarning ekologik monitoringdagi o'rni ham ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, dron va AI integratsiyasi ekologik nazorat samaradorligini oshirish, ekologik xavflarni kamaytirish va barqaror rivojlanishni ta'minlashda muhim innovatsion yechim sifatida namoyon bo'lmoqda.

Kalit so'zlar: AI monitoring, sun'iy intellekt, dron texnologiyalari, ekologik barqarorlik, geofazoviy tahlil, multispektral sensor, IoT, swarm intelligence, edge AI, ekologik monitoring, cho'llanish, tuproq degradatsiyasi.

Аннотация. В данной статье подробно рассмотрены современные подходы к обеспечению экологической устойчивости с использованием систем AI-мониторинга на основе беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта. В условиях глобального изменения климата, опустынивания, сокращения водных ресурсов и загрязнения окружающей среды цифровые технологии приобретают особую значимость для решения экологических проблем. В исследовании анализируются методы обработки мультиспектральных, тепловых и геопространственных данных, полученных с помощью дронов, с использованием алгоритмов искусственного интеллекта. Особое внимание уделено возможностям систем AI-мониторинга по выявлению экологических рисков в режиме реального времени, рациональному использованию природных ресурсов, мониторингу деградации почв и сохранению биоразнообразия. Также рассмотрена роль современных технологий, таких как edge AI, swarm intelligence, IoT и геопространственная аналитика, в развитии экологического мониторинга. Результаты исследования показывают, что

ISSN 3030-3907

интеграция дронов и искусственного интеллекта является эффективным инновационным решением для повышения экологического контроля, снижения экологических рисков и обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: AI-мониторинг, искусственный интеллект, дрон-технологии, экологическая устойчивость, геопространственный анализ, мультиспектральный сенсор, IoT, swarm intelligence, edge AI, экологический мониторинг, опустынивание, деградация почв.

Annotation. This article provides an in-depth analysis of modern approaches to ensuring environmental sustainability through AI monitoring systems based on drones and artificial intelligence technologies. In recent years, global environmental challenges such as climate change, desertification, water scarcity, and environmental pollution have increased the importance of digital technologies in ecological management. The study examines methods for processing multispectral, thermal, and geospatial data collected by unmanned aerial vehicles (UAVs) using artificial intelligence algorithms. Particular attention is given to the capabilities of AI monitoring systems in detecting environmental risks in real time, optimizing the use of natural resources, monitoring soil degradation, and preserving biodiversity. Furthermore, the article discusses the role of advanced technologies such as edge AI, swarm intelligence, IoT, and geospatial analytics in modern environmental monitoring systems. The findings indicate that the integration of drones and artificial intelligence significantly improves ecological monitoring efficiency, reduces environmental risks, and supports sustainable development. The study also highlights the future potential of autonomous AI-driven drone ecosystems in addressing global environmental challenges and enhancing digital environmental governance.

Keywords: AI monitoring, artificial intelligence, drone technologies, environmental sustainability, geospatial analytics, multispectral sensors, IoT, swarm intelligence, edge AI, ecological monitoring, desertification, soil degradation, biodiversity.

KIRISH.

So‘nggi yillarda global ekologik muammolarning keskin ortishi insoniyat oldiga yangi texnologik yechimlarni ishlab chiqish zaruratini qo‘ymoqda. Atmosfera ifloslanishi, noqonuniy chiqindixonalar sonining ortishi, tuproq degradatsiyasi, biologik xilma-xillikning kamayishi hamda qishloq xo‘jaligi tizimlaridagi muammolar zamonaviy monitoring tizimlarini takomillashtirishni talab qilmoqda. Ayniqsa, urbanizatsiya va sanoatlashtirish jarayonlarining tezlashuvi ekologik muvozanatga salbiy ta’sir ko‘rsatib, ekologik nazorat tizimlarini yanada aqlli va avtomatlashtirilgan shaklga o‘tkazishni dolzarb masalaga aylantirmoqda.An’anaviy ekologik monitoring tizimlari ko‘pincha

ISSN 3030-3907

inson mehnatiga, statsionar kuzatuv vositalariga va katta moliyaviy xarajatlarga tayanadi. Bunday tizimlar katta hududlarni real vaqt rejimida kuzatishda yetarli samaradorlik bera olmaydi. Shu sababli sun'iy intellekt, dron texnologiyalari, IoT va geofazoviy tahlil tizimlariga asoslangan yangi monitoring usullari dunyo miqyosida keng rivojlanmoqda.Mazkur ilmiy ishda ekologik nazoratni kuchaytirishga qaratilgan 25 grammlik mini dronning imkoniyatlari tahlil qilinadi. Ushbu dron kichik o'lchamli va yengil bo'lishiga qaramasdan, ekologik monitoringda yuqori samaradorlik ko'rsatishga mo'ljallangan. Dron yordamida havo sifati, o'simliklar holati, atrof-muhitdagi ekologik o'zgarishlar va noqonuniy chiqindixonalarni aniqlash mumkin. Qurilma real vaqt rejimida ma'lumot yig'ib, ularni sun'iy intellekt asosida tahlil qiladi hamda geografik lokatsiya orqali mas'ul tashkilotlarga uzatadi.Tadqiqotning asosiy maqsadi — mini dron va AI monitoring tizimlari yordamida ekologik nazoratni avtomatlashtirish, ekologik xavflarni erta aniqlash hamda qishloq xo'jaligi va ekologik tizimlar samaradorligini oshirishning innovatsion mexanizmlarini ishlab chiqishdan iborat. Ekologik monitoring tizimlari atrof-muhit holatini nazorat qilish, tabiiy resurslardan foydalanishni optimallashtirish va ekologik xavflarni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. Hozirgi kunda ko'plab mamlakatlarda ekologik nazorat uchun sun'iy yo'ldoshlar, sensor tizimlari va dronlardan foydalanilmoqda. Biroq yirik monitoring tizimlari ko'pincha katta xarajat talab qiladi. Shu nuqtai nazardan, mini dronlar ekologik monitoringni arzonlashtirish va ommalashtirish imkonini beradi. 25 grammlik mini dronning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: kam energiya sarfi,ekologik xavfsizlik,kichik hududlarda samarali ishlash,tezkor monitoring;real vaqt rejimida ma'lumot uzatish,AI yordamida avtomatik tahlil,noqonuniy chiqindixonalarni aniqlash,qishloq xo'jaligida hosil monitoring,ekologik lokatsiya tizimi.Mini dronlarning kichik vaznga ega bo'lishi ularni energiya jihatidan samarali qiladi. Bundan tashqari, bunday qurilmalar xavfsizlik tizimlari uchun ham qulay bo'lib, ular zich joylashgan hududlarda ham ishlashi mumkin.

Mini dronning texnologik arxitekturasi. Taklif etilayotgan mini dron uch asosiy qatlamdan tashkil topadi:Fizik qatlam;Dasturiy qatlam;Tarmoq va kommunikatsiya qatlami. Fizik qatlam dronning asosiy texnik komponentlarini o'z ichiga oladi. Unga quyidagilar kiradi: mikroprotsessor,kamera moduli, GPS moduli, havo sifati sensori, multispektral sensor, batareya tizimi, motor va propellerlar, simsiz uzatish moduli. Mazkur tizimdagi sensorlar ekologik ma'lumotlarni yig'ish uchun xizmat qiladi. Masalan, havo sifati sensori atmosferadagi zararli gazlar miqdorini aniqlaydi. Multispektral sensor esa o'simliklarning vegetatsion holatini kuzatadi. Dasturiy qatlam dronning "aqlli" qismi hisoblanadi. Ushbu qatlamda sun'iy intellekt algoritmlari, kompyuter

ISSN 3030-3907

ko‘rish tizimlari va ma’lumotlarni qayta ishlash modullari joylashadi.Dasturiy qatlam quyidagi texnologiyalarga asoslanadi: Computer Vision, Machine Learning, Deep Learning, Edge AI, GIS integratsiyasi, IoT monitoring, Streaming analytics. Kompyuter ko‘rish tizimi tasvirlarni tahlil qiladi va ekologik xavf mavjud bo‘lgan hududlarni aniqlaydi. Masalan, noqonuniy chiqindixona yoki ifloslangan suv havzasi sun’iy intellekt yordamida avtomatik tarzda aniqlanishi mumkin. Tarmoq qatlami dron yig‘gan ma’lumotlarni server yoki mas’ul tashkilotlarga uzatadi. Ushbu qatlam:Wi-Fi,LoRa,4G/5G,Cloud server,IoT platformalaridan foydalanadi.Lokatsiya tizimi yordamida aniqlangan ekologik muammolar xaritada aniq koordinatalar bilan ko‘rsatiladi. AI monitoring tizimi bir nechta bosqichda ishlaydi: ma’lumot yig‘ish;tasvirlarni qayta ishlash,AI tahlil,xavf darajasini aniqlash,Lokatsiya yaratish,mas’ul tashkilotlarga signal yuborish.Dron havoga ko‘tarilgandan so‘ng kamera va sensorlar yordamida atrof-muhit haqidagi ma’lumotlarni yig‘adi. Olingan ma’lumotlar AI algoritmlari orqali qayta ishlanadi. Masalan, noqonuniy chiqindixona aniqlansa, tizim avtomatik tarzda uning koordinatalarini xaritada belgilaydi.AI monitoring tizimlari ekologik nazoratni inson omilisiz amalga oshirish imkonini beradi. Bu esa monitoring samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Noqonuniy chiqindixonalarni aniqlash mexanizmi. Bugungi kunda noqonuniy chiqindixonalar ekologik muammolarning asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Chiqindilar tuproq, suv va havo ifloslanishiga olib keladi. Ko‘plab hududlarda noqonuniy chiqindixonalarni aniqlash kechikadi.Mini dron asosidagi AI monitoring tizimi ushbu muammoni hal qilish uchun quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:hududlarni avtomatik skanerlash,chiqindilarni tasvir orqali aniqlash,plastmassa va kimyoviy chiqindilarni klassifikatsiya qilish,geolokatsiya orqali koordinatalarni aniqlash,real vaqt signalizatsiyasi.Sun’iy intellekt algoritmlari tasvirlardan chiqindi obyektlarini aniqlaydi va ularni boshqa obyektlardan farqlaydi. AI model noqonuniy chiqindixonaning hajmi, turi va xavf darajasini baholashi mumkin.Tizimning asosiy afzalligi shundaki, ekologik nazorat markazlari muammo yuzaga kelgan hududni darhol aniqlab, tezkor choralar ko‘rishi mumkin. Havo sifati monitoringi. Atmosfera ifloslanishi inson salomatligi uchun eng xavfli ekologik muammolardan biridir. Mini dron tarkibidagi havo sifati sensorlari: CO_2;CH_4;PM2.5; PM10; NO_2;SO_2 kabi gazlarni aniqlashi mumkin. Sun’iy intellekt tizimi yig‘ilgan ma’lumotlarni tahlil qilib, ekologik xavf mavjud hududlarni xaritada belgilaydi. Bu tizim sanoat hududlari va transport oqimi yuqori bo‘lgan joylarda ayniqsa muhim hisoblanadi.Bundan tashqari, AI algoritmlari havo ifloslanishi bo‘yicha prognoz ham yaratishi mumkin. Bu esa ekologik xavflarning oldini olish imkoniyatini beradi. Qishloq xo‘jaligidagi qo‘llanilishi. Mini dron qishloq xo‘jaligida ham katta imkoniyatlarga ega. Dron

ISSN 3030-3907

yordamida:hosil monitoringi;o‘simlik holatini kuzatish;vegetatsion indekslarni hisoblash; zararkunandalarni aniqlash;suv yetishmovchiligini baholash; hosildorlik prognozi;kimyoviy o‘g‘it sarfini optimallashtirish mumkin.AI monitoring tizimi kasalliklarni erta bosqichda aniqlash orqali hosil yo‘qotilishini kamaytiradi. Bundan tashqari, aniq dehqonchilik (precision agriculture) tamoyillarini amalga oshirishga yordam beradi.Dron orqali dalalarning real vaqt xaritasi yaratiladi. Bu esa fermerlarga qaysi hududda muammo mavjudligini aniq ko‘rsatadi. GIS va geofazoviy tahlil tizimlari ekologik monitoringning muhim qismi hisoblanadi. Mini dron yig‘gan ma’lumotlar GPS koordinatalar bilan bog‘lanadi. Natijada:ekologik xavf xaritasi;chiqindixonalar xaritasi;havo ifloslanish xaritasi;vegetatsiya xaritasi yaratiladi.Lokatsiya tizimi ekologik muammolarni aniq hudud bilan bog‘lash imkonini beradi. Bu esa mas’ul tashkilotlarning ish samaradorligini oshiradi. Edge AI texnologiyasining afzalliklari. An’anaviy monitoring tizimlarida ma’lumotlar serverga yuboriladi va keyin qayta ishlanadi. Bu esa vaqt talab qiladi.Edge AI texnologiyasida esa:ma’lumot dronning o‘zida qayta ishlanadi;internetga bog‘liqlik kamayadi;kechikish minimal bo‘ladi;real vaqt qaror qabul qilish ta’minlanadi.Bu texnologiya ayniqsa uzoq hududlarda ekologik monitoring uchun muhimdir. Swarm drone texnologiyasi.Kelajakda bir nechta mini dronlar yagona tizim sifatida ishlashi mumkin. Swarm intelligence texnologiyasi asosida:dronlar hududni bo‘lib oladi;o‘zaro ma’lumot almashadi;to‘qnashuvlarning oldini oladi;katta hududni tez monitoring qiladi.Bu ekologik nazorat tizimlarini yanada samarali qiladi. Ekologik xavfsizlik va barqaror rivojlanish. BMTning barqaror rivojlanish maqsadlari doirasida ekologik monitoring tizimlarini rivojlantirish muhim yo‘nalish hisoblanadi. AI va dron texnologiyalari ushbu maqsadlarga erishishda muhim innovatsion vosita sifatida qaralmoqda. Ijtimoiy va iqtisodiy samaradorlik. AI monitoring tizimlari nafaqat ekologik, balki iqtisodiy samaradorlik ham yaratadi.Asosiy iqtisodiy afzalliklar: monitoring xarajatlarini kamaytirish;inson mehnatini qisqartirish;hosildorlikni oshirish;ekologik zararlarni kamaytirish;vaqt tejalishi.Ijtimoiy jihatdan esa:ekologik madaniyat rivojlanadi;aholi salomatligi himoya qilinadi;ekologik nazorat tizimi kuchayadi. Mazkur tadqiqot ekologik monitoringni inson omiliga bog‘liq tizimdan sun’iy intellekt asosidagi avtonom boshqaruv modeliga o‘tkazishni maqsad qiladi. Taklif etilayotgan 25 grammlik mini dron kichik o‘lchamiga qaramasdan, ekologik nazorat va real vaqt monitoringida yuqori samaradorlik ko‘rsatishga mo‘ljallangan innovatsion platforma hisoblanadi. Ushbu loyiha ekologik nazorat tizimlarini markazlashtirilgan kuzatuv modelidan decentralizatsiyalashgan aqlli monitoring tizimiga transformatsiya qilishga xizmat qiladi. Kelajakda ekologik xavfsizlikni ta’minlash sun’iy intellekt va dron texnologiyalarining

ISSN 3030-3907

integratsiyasiga asoslangan avtonom monitoring tizimlari bilan chambarchas bog‘liq bo‘lishi kutilmoqda. AI monitoring asosidagi dron texnologiyalari ekologik muammolarni aniqlashdan tashqari, ularning kelib chiqish sabablarini prognoz qilish imkoniyatini ham yaratadi.Xulosa qilib aytganda, 25 grammlik mini dron va sun’iy intellekt asosidagi AI monitoring tizimi ekologik muammolarni aniqlash va ekologik nazoratni kuchaytirishda innovatsion texnologik yechim sifatida namoyon bo‘lmoqda. Mazkur tizim noqonuniy chiqindixonalarni aniqlash, havo sifatini monitoring qilish, qishloq xo‘jaligi maydonlarini tahlil qilish va ekologik xavflarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi.Sun’iy intellekt, Computer Vision, geolokatsiya va IoT texnologiyalarining integratsiyasi monitoring tizimlarini yanada aqlli, avtomatlashtirilgan va samarali shaklga olib chiqmoqda. Edge AI va swarm drone texnologiyalari esa kelajakda ekologik monitoringni yangi bosqichga olib chiqishi kutilmoqda.Taklif etilayotgan loyiha nafaqat ekologik muammolarni aniqlash, balki ularni oldindan prognoz qilish va tezkor choralar ko‘rish imkonini ham beradi. Shu jihatdan, mini dron asosidagi AI monitoring tizimi ekologik barqarorlikni ta’minlash, tabiiy resurslarni himoya qilish va aqlli ekologik nazorat ekotizimini yaratishda muhim innovatsion platforma hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Deep Learning — Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. MIT Press, 2016.
2. Artificial Intelligence: A Modern Approach — Pearson Education, 2021.
3. Zhang, C., & Kovacs, J. M. “The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture.” *Precision Agriculture*, 2012.
4. Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. “Deep learning in agriculture: A survey.” *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018.
5. Li, S. et al. “Edge AI-enabled drone systems for real-time crop and environmental monitoring.” *Remote Sensing of Environment*, 2024.
6. Liu, Z. et al. “Swarm intelligence in autonomous drone ecosystems.” *Robotics and Autonomous Systems*, 2024.
7. UNESCO & FAO Report. *Digital Agriculture and AI Transformation in Food Systems*, 2023.
8. Brown, T. et al. “Foundation models for earth observation and environmental monitoring.” *Nature Machine Intelligence*, 2024.

ISSN 3030-3907