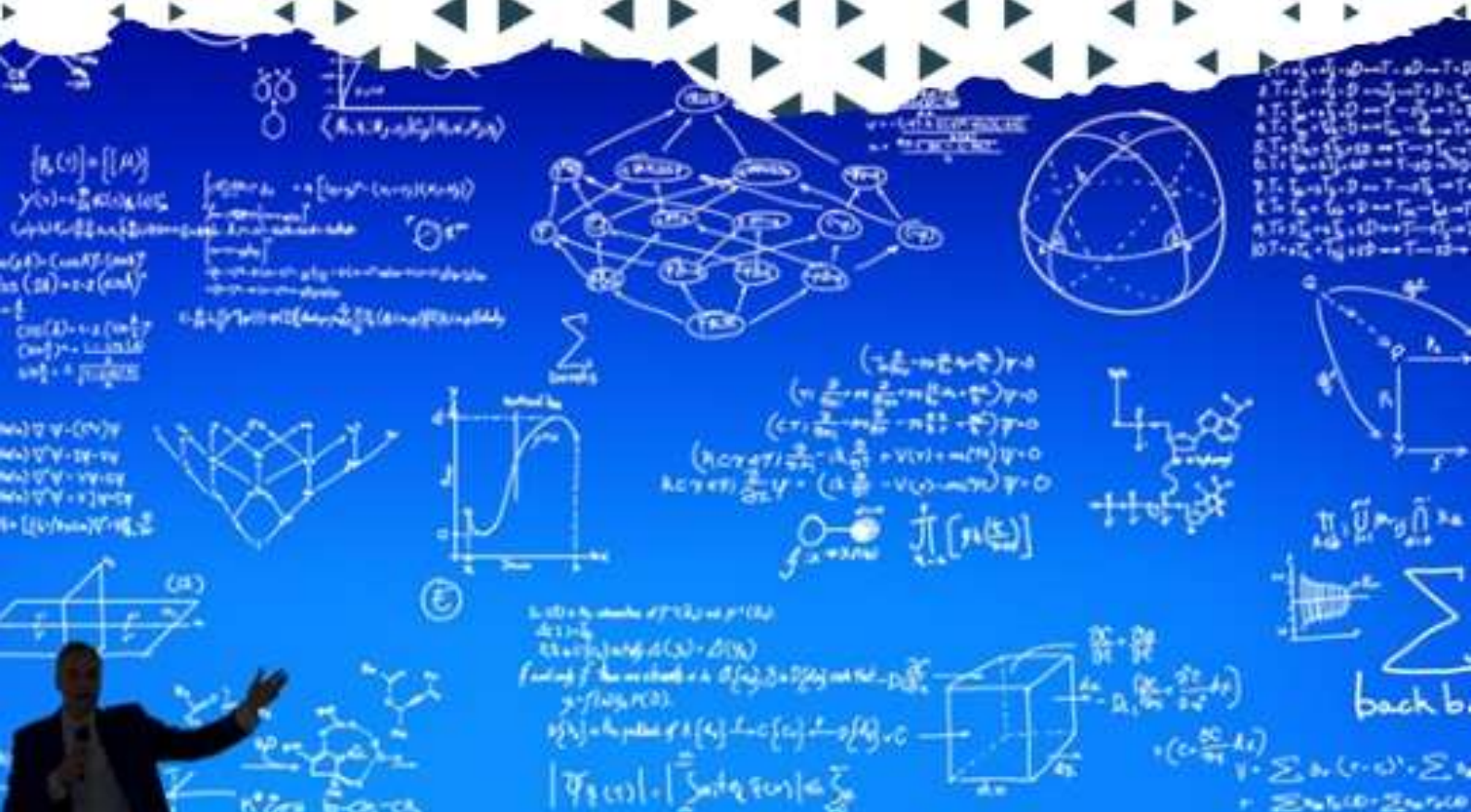




INNOVATIVE WORLD
Ilmiy tadqiqotlar markazi

ZAMONAVIY ILM-FAN VA TA'LIM: MUAMMO VA YECHIMLAR ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA



+998335668868



<https://innoworld.net>

Google Scholar doi

zenodo

OpenAIRE

2025



**«INNOVATIVE WORLD» ILMIY TADQIQOTLARNI QO'LLAB-
QUVVATLASH MARKAZI**

**«ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA
YECHIMLAR» NOMLI 2025-YIL № 5-SONLI ILMIY, MASOFAVIY,
ONLAYN KONFERENSIYASI**

**ILMIY-ONLAYN KONFERENSIYA TO'PLAMI
СБОРНИК НАУЧНЫХ-ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ
SCIENTIFIC-ONLINE CONFERENCE COLLECTION**

Google Scholar



ResearchGate

zenodo



ADVANCED SCIENCE INDEX



OpenAIRE



**Academic
Resource
Index
ResearchBib**



Directory of Research Journals Indexing

www.innoworld.net

O'ZBEKISTON-2025



Volume 2 Issue 5 | 2025 |

+99894 5668868 | @Anvarbek_PhD

Page | 2

**YER MONITORINGI VA EKOLOGIK PROGNOZLASHDA SUN'IY
INTELLEKTDAN FOYDALANISH****Majidov Shukurullo Xayrullo o'g'li**

Farg'ona davlat texnika universitet

Axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya fakulteti

E-mail: majidovshukurullo04@gmail.com

Annotatsiya. Maqola yer monitoringi va ekologik prognozlashda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish masalalarini o'rganadi. SI mashina o'rganishi algoritmlari, xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), recurrent neyron tarmoqlar (RNN) va LSTM modellari orqali sun'iy yo'ldosh tasvirlari, IoT sensorlari va boshqa katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu yondashuv o'rmonlarning kesilishi, havo va suv sifati, tabiiy ofatlar (yong'in, suv toshqini) va iqlim o'zgarishlarini aniq bashorat qilishda qo'llanilmoqda. Maqolada SI ning afzalliklari (tezlik, yuqori aniqlik, avtomatlashtirish) va muammolari (ma'lumotlar sifati, hisoblash resurslari, etik masalalar) ko'rib chiqiladi. Kelajakda SI ning atrof-muhitni himoya qilishdagi roli yanada kuchayishi ta'kidlanadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, yer monitoringi, ekologik prognozlash, mashina o'rganishi, sun'iy yo'ldosh tasvirlari, atrof-muhit kuzatuv, konvolyutsion neyron tarmoqlar, LSTM, iqlim o'zgarishi, tabiiy ofatlar bashorati

KIRISH. Zamonaviy dunyoda atrof-muhitni muhofaza qilish va ekologik muammolarni hal etish insoniyat oldida turgan eng dolzarb vazifalardan biridir. Iqlim o'zgarishi, tabiiy resurslarning kamayib borishi, biologik xilma-xillikning yo'qolishi va ekologik muvozanatning buzilishi kabi muammolar barcha mamlakatlarda chuqur tadqiqot va samarali yechimlarni talab etmoqda. Aynan shu nuqtada sun'iy intellekt texnologiyalari yer monitoringi va ekologik prognozlashda inqilobiy o'zgarishlar yaratmoqda.

Sun'iy intellekt mashinali o'rganish, chuqur o'rganish, neyron tarmoqlar va tabiiy tilni qayta ishlash kabi zamonaviy texnologiyalarni o'z ichiga oladi. Bu texnologiyalar katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, naqshlarni aniqlash va kelajakdagi o'zgarishlarni bashorat qilishda ajoyib imkoniyatlar yaratadi. Yer monitoringi va ekologik prognozlashda sun'iy intellektidan foydalanish nafaqat ma'lumotlarni qayta ishlash tezligini oshiradi, balki oldindan aytib bo'lmaydigan ekologik hodisalarni aniq bashorat qilish imkonini beradi.

Hozirgi kunda sun'iy yo'ldosh texnologiyalari, dronlar, sensorlar tarmog'i va boshqa zamonaviy monitoring qurilmalari har kuni ulkan hajmdagi ma'lumotlarni to'playdi. Ushbu ma'lumotlarni an'anaviy usullar bilan qayta ishlash deyarli imkonsiz yoki juda ko'p vaqt talab etadi. Sun'iy intellekt algoritmlari esa bu ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilib, muhim tendentsiyalarni aniqlash va tezkor qarorlar qabul qilishga yordam beradi.

SUN'IY INTELLEKTNING YER MONITORINGIDAGI ROLI

Yer monitoringi - bu sayyoramizning turli parametrlarini muntazam kuzatish va tahlil qilish jarayonidir. Bu jarayon o'rmon qoplamini, tuproq holatini, suv resurslarini, havo sifatini va boshqa ekologik omillarni o'z ichiga oladi. Sun'iy intellekt ushbu sohadagi ko'plab murakkab vazifalarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega.

Sun'iy yo'ldosh tasvirlarini tahlil qilish

Sun'iy intellekt sun'iy yo'ldosh tasvirlarini tahlil qilishda katta samara ko'rsatmoqda. Mashinali o'rganish algoritmlari million-million gektar yerning holatini bir necha daqiqa ichida baholashi mumkin. Chuqur o'rganish modellari, xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlar o'rmon yo'qotilishini, qurg'oqchilik zonalarini, dengiz sathining o'zgarishini va shahar rivojlanishini yuqori aniqlik bilan aniqlaydi.

Kompyuter ko'rish texnologiyalari yordamida sun'iy intellekt turli spektral diapazonlardagi tasvirlarni tahlil qiladi. Bu nafaqat ko'zga ko'rinadigan o'zgarishlarni, balki infraqizil nurlanish, termal tasvirlar va radar ma'lumotlari asosida yashirin jarayonlarni ham aniqlash imkonini beradi. Masalan, o'simlik salomatligi, tuproq namligi va yer osti suv zaxiralari haqida ma'lumot olish mumkin.

Real vaqt monitoringi

Zamonavir sun'iy intellekt tizimlari real vaqt rejimida monitoring amalga oshiradi. IoT sensorlari, dronlar va mobil qurilmalar orqali to'plangan ma'lumotlar darhol tahlil qilinadi va kerakli hollarda ogohlantirish signallari yuboriladi. Bu o'rmon yong'inlari, sel-toshqinlar, havoning ifloslanishi kabi favqulodda vaziyatlarni erta bosqichida aniqlash va tezkor choralar ko'rish imkonini beradi.

Sun'iy intellekt tizimlari atmosfera tarkibini, suv sifatini, radiatsiya darajasini va boshqa ekologik parametrlarni uzluksiz kuzatib boradi. Agar biror parametr xavfli chegaraga yaqinlashsa, tizim avtomatik ravishda tegishli organlarni va aholini ogohlantiradi. Bu ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Avtomatlashtirilgan tahlil va tasniflash

Sun'iy intellekt turli ekologik ob'ektlarni avtomatik ravishda tasniflash va tahlil qilishda katta yordam beradi. Masalan, o'simlik turlarini aniqlash, hayvonot dunyosi populyatsiyasini hisoblash, tuproq turlarini tasniflash va suv havzalarini kartografik qilish jarayonlari avtomatlashtirilgan. Bu nafaqat vaqt va resurslarni tejaydi, balki inson xatosi ehtimolini ham keskin kamaytiradi.

Mashinali o'rganish modellari ming-minglab namunalarni o'rganib, yangi ma'lumotlarni yuqori aniqlik bilan tasniflashi mumkin. Chuqur o'rganish algoritmlari esa yanada murakkab naqshlarni aniqlaydi va moslashuvchan qarorlar qabul qiladi. Bu monitoring jarayonining samaradorligini bir necha barobar oshiradi.

EKOLOGIK PROGNOZLASHDA SUN'IY INTELLEKT

Ekologik prognozlash kelajakdagi ekologik o'zgarishlar va hodisalarni bashorat qilishni o'z ichiga oladi. Sun'iy intellekt bu sohada ham inqilobiy o'zgarishlar yaratmoqda.

Iqlim o'zgarishini bashorat qilish

Sun'iy intellekt iqlim modellarini takomillashtirish va aniqroq prognozlar yaratishda muhim rol o'ynaydi. Neyron tarmoqlar ko'p yillik meteorologik ma'lumotlar, okean oqimlari, atmosfera tarkibi va boshqa omillarni tahlil qilib, iqlim o'zgarishining turli stsenariylarini yaratadi. Bu hukumatlar va tashkilotlarga uzoq muddatli rejalar tuzishga yordam beradi.

Chuqur o'rganish modellari katta hajmdagi tarixiy ma'lumotlardan murakkab naqshlarni ajratib oladi va ularni kelajakdagi prognozlar uchun qo'llaydi. Masalan, harorat o'zgarishi, yog'ingarchilik rejimi, dengiz sathining ko'tarilishi va ekstremal ob-havo hodisalari kabi ko'rsatkichlar ancha yuqori aniqlik bilan bashorat qilinmoqda.

Tabiiy ofatlarni bashorat qilish

Sun'iy intellekt tizimlari zilzilalar, tsunami, qurg'oqchilik, sel-toshqinlar va o'rmon yong'inlari kabi tabiiy ofatlarni oldindan bashorat qilishda samarali ishlamoqda. Mashinali o'rganish algoritmlari seismik faollik, tuproq namligi, ob-havo ma'lumotlari va boshqa parametrlarni tahlil qilib, xavfli vaziyatlarni aniqlaydi.

Bu texnologiyalar aholini vaqtida ogohlantirish va evakuatsiya qilish, favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik ko'rish va zararni minimallashtirish imkonini beradi. Masalan, o'rmon yong'inlarini bashorat qilish uchun sun'iy intellekt harorat, shamol tezligi, o'simlik namligi va boshqa omillarni hisobga oladi va yuqori xavfli hududlarni aniqlaydi.

Biologik xilma-xillikni saqlash

Sun'iy intellekt biologik xilma-xillikning holatini monitoring qilish va yo'qolish xavfi ostidagi turlarni himoya qilish uchun ham qo'llanilmoqda. Avtomatlashtirilgan kameralar va akustik sensorlar hayvonlarni aniqlash va ularning populyatsiyasini kuzatish uchun ishlatiladi. Mashinali o'rganish algoritmlari hayvonlarning ovozi, harakatlanish naqshlari va boshqa xususiyatlariga ko'ra ularni aniqlay oladi.

Bu ma'lumotlar asosida konservatsiya dasturlari ishlab chiqiladi, yovvoyi tabiat zaxiralari rejalashtiriladi va brakonerlarga qarshi kurash olib boriladi. Sun'iy intellekt shuningdek, invaziv turlarning tarqalishini kuzatish va ekotizimga ularning ta'sirini baholashda ham yordam beradi.

Suv resurslarini boshqarish. Sun'iy intellekt suv resurslarini samarali boshqarish va prognozlash uchun keng qo'llanilmoqda. Daryo oqimini, yer osti suv zaxiralarini, yog'ingarchilik rejimini tahlil qilib, kelajakdagi suv tanqisligi yoki toshqinlarni bashorat qilish mumkin. Bu qishloq xo'jaligi, energetika va shahar xo'jaligi uchun juda muhimdir.

Mashinali o'rganish modellari suv iste'molini optimallashtirish, sug'orish tizimlarini samarali boshqarish va suv ifloslanishini oldini olish uchun tavsiyalar beradi. Real vaqt monitoringi suv sifatini nazorat qilish va tezkor choralar ko'rish imkonini yaratadi.

QO'LLANILAYOTGAN TEXNOLOGIYALAR VA USULLAR

Yer monitoringi va ekologik prognozlashda turli sun'iy intellekt texnologiyalari qo'llanilmoqda.

Mashinali o'rganish algoritmlari. Mashinali o'rganish sun'iy intellektning asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, kompyuterga ma'lumotlardan o'rganish va mustaqil qarorlar qabul qilish qobiliyatini beradi. Ekologik monitoringda qo'llaniladigan asosiy mashinali o'rganish usullari orasida qarorlar daraxti, tasodifiy o'rmon, qo'llab-quvvatlash vektorli mashinalar va gradient kuchaytirish kabi algoritmlar mavjud.

Bu algoritmlar tarixiy ma'lumotlar asosida modellar yaratadi va yangi ma'lumotlarni tasniflash, regressiya tahlili yoki klasterlash uchun ishlatiladi. Masalan, harorat va yog'ingarchilik ma'lumotlari asosida o'simlik turlari taqsimotini bashorat qilish yoki suv sifati parametrlari asosida ifloslanish manbalarini aniqlash mumkin.

Chuqur o'rganish va neyron tarmoqlar

Chuqur o'rganish mashinali o'rganishning ilg'or shakli bo'lib, ko'p qatlamli neyron tarmoqlardan foydalanadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar tasvir tahlilida, rekurrent neyron tarmoqlar vaqt qatorlarini bashorat qilishda va generativ tarmoqlar yangi ma'lumotlar yaratishda samarali ishlaydi.

Ekologik monitoringda chuqur o'rganish sun'iy yo'ldosh tasvirlarini tahlil qilish, ob-havo prognozi, okean oqimlari va iqlim o'zgarishini modellashtirish uchun ishlatiladi. Bu texnologiya juda murakkab naqshlarni aniqlash va yuqori aniqlikdagi prognozlar yaratish imkonini beradi.

Tabiiy tilni qayta ishlash. Tabiiy tilni qayta ishlash texnologiyalari ilmiy maqolalar, hisobotlar, ijtimoiy tarmoq xabarlarini va boshqa matnli ma'lumotlarni tahlil qilish uchun ishlatiladi. Bu ekologik muammolar haqida fikrlarni to'plash, aholining ekologik xabardorligini baholash va tezkor axborot olish imkonini beradi.

Sentiment tahlili ijtimoiy tarmoqlarda ekologik hodisalarga munosabatni o'rganishda, matnli tasnif ekologik hisobotlarni kategoriyalashda va ma'lumot ajratish tegishli faktlarni avtomatik ravishda ajratib olishda yordam beradi. Bu tashkilotlarga jamoatchilik fikrini tushunish va samarali kommunikatsiya strategiyalarini ishlab chiqishga imkon yaratadi.

Big Data va bulutli texnologiyalar

Ekologik monitoring ulkan hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashni talab etadi. Big Data texnologiyalari va bulutli hisoblash platformalari bu ma'lumotlarni saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish uchun zarur infratuzilmani ta'minlaydi.

Amazon Web Services, Google Cloud Platform va Microsoft Azure kabi platformalar ekologik loyihalar uchun maxsus yechimlar taklif etadi.

Bulutli texnologiyalar turli manbalardan keladigan ma'lumotlarni integratsiyalash, parallel hisoblashlar olib borish va global miqyosda hamkorlik qilish imkonini beradi. Bu xususan, xalqaro ekologik loyihalar uchun juda muhimdir.

AMALIY QO'LLANISHLAR VA MUVAFFAQIYATLI LOYIHALAR

Dunyoning turli mamlakatlarida yer monitoringi va ekologik prognozlashda sun'iy intellektdan foydalangan ko'plab muvaffaqiyatli loyihalar amalga oshirilmoqda.

O'rmonlarni muhofaza qilish. Global Forest Watch loyihasi sun'iy intellekt va sun'iy yo'ldosh texnologiyalaridan foydalanib, butun dunyodagi o'rmonlarni real vaqt rejimida monitoring qiladi. Tizim o'rmon yo'qotilishini, yong'inlarni va noqonuniy daraxt kesishni aniqlaydi hamda tegishli organlarni darhol xabardor qiladi. Bu loyiha Amazon, Kongo va Indoneziya o'rmonlarini saqlashda muhim rol o'ynamoqda.

Mashinali o'rganish algoritmlari sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan o'rmon qoplamining o'zgarishlarini aniqlaydi va qaysi hududlarda tez choralar ko'rish kerakligini ko'rsatadi. Bu ekotizimlarni saqlash va iqlim o'zgarishiga qarshi kurashda muhim hissa qo'shadi.

Okeanlarni monitoring qilish. Sun'iy intellekt okean ekologiyasini o'rganish va muhofaza qilishda ham faol ishlatilmoqda. Avtonomli suv osti apparatlari va parvoz qiluvchi dronlar okean hayoti, suv harorati, tuzliligi va boshqa parametrlarni kuzatadi. Mashinali o'rganish algoritmlari bu ma'lumotlarni tahlil qilib, okean ekotizimining holatini baholaydi.

Masalan, rif tizimlarining holati, baliq populyatsiyasi, dengiz ifloslanishi va plastik chiqindilarning tarqalishi kabi masalalar o'rganilmoqda. Sun'iy intellekt shuningdek, baliq ovlash faoliyatini monitoring qilish va noqonuniy ovchilikni aniqlashda ham yordam beradi.

Shahar ekologiyasi

Aqlli shaharlar kontseptsiyasi doirasida sun'iy intellekt shahar muhitini monitoring qilish va optimallashtirishda qo'llanilmoqda. Havo sifati sensorlari, transport monitoring tizimlari va energiya iste'moli tahlili orqali shahar ekologiyasi yaxshilanmoqda.

Sun'iy intellekt transport oqimini boshqarish, energiya iste'molini kamaytirish, chiqindi utilizatsiyasini optimallashtirish va yashil zonalarini rejalashtirish uchun tavsiyalar beradi. Bu shaharlarda turmush sifatini oshirish va ekologik izni kamaytirishga yordam beradi.

Qishloq xo'jaligi va yerdan foydalanish

Precision agriculture kontseptsiyasi sun'iy intellektdan keng foydalanadi. Dronlar va sun'iy yo'ldoshlar ekin holatini kuzatadi, tuproq namligi va ozuqaviyligi haqida ma'lumot to'playdi. Mashinali o'rganish algoritmlari

optimal sug'orish, o'g'itlash va himoya vositalarini qo'llash rejimlarini tavsiya qiladi.

Bu nafaqat hosildorlikni oshiradi, balki suvdan samarali foydalanish, kimyoviy moddalar iste'molini kamaytirish va tuproq degradatsiyasini oldini olishga ham yordam beradi. Sun'iy intellekt shuningdek, ekin rotatsiyasini rejalashtirish va iqlim o'zgarishiga moslashgan nav turlarini tanlashda ham qo'llaniladi.

QIYINCHILIKLAR VA KELAJAK ISTIQBOLLARI

Sun'iy intellektning yer monitoringi va ekologik prognozlashda qo'llanilishi katta imkoniyatlar yaratsa-da, bir qator qiyinchiliklar ham mavjud.

Ma'lumotlar sifati va mavjudligi. Sun'iy intellekt algoritmlarining samaradorligi to'plangan ma'lumotlar sifatiga bog'liq. Ko'plab rivojlanayotgan mamlakatlarda monitoring infratuzilmasi yetarli darajada rivojlanmagan va sifatli ma'lumotlar tanqis. Bundan tashqari, turli manbalardan keladigan ma'lumotlarni standartlashtirish va integratsiyalash qilish ham muammo hisoblanadi.

Ma'lumotlar xavfsizligi va maxfiyligi masalalari ham muhim. Xususan, kommersial sun'iy yo'ldosh tasvirlari va xususiy sensorlar tarmog'idan olingan ma'lumotlarni qanday saqlash va qo'llash kerakligi haqida aniq qoidalar zarur.

Texnik va moliyaviy resurslar. Zamonavir sun'iy intellekt tizimlarini joriy etish yuqori malakali mutaxassislar, qimmat uskuna va katta hisoblash quvvatlarini talab qiladi. Ko'plab davlatlar va tashkilotlar bunday resurslardan mahrum. Xalqaro hamkorlik va texnologiya transferi bu muammoni hal qilishda muhim rol o'ynashi mumkin.

Ochiq kodli dasturiy ta'minot va bulutli xizmatlar texnologiyalarga kirishni osonlashtirmoqda. Biroq, ushbu texnologiyalardan foydalanish uchun zarur bilim va ko'nikmalarni tayyorlash ham muhim vazifa hisoblanadi.

Etik va huquqiy masalalar. Sun'iy intellekt qo'llanilishi bilan bog'liq etik masalalar ham e'tiborni talab etadi. Masalan, avtomatlashtirilgan qarorlar qabul qilish jarayonida inson nazorati qanday ta'minlanishi kerak? Sun'iy intellekt xatolari yuzaga kelganda javobgarlik kimda? Shaxsiy ma'lumotlar qanday himoya qilinadi?

Xalqaro hamjamiyat bu masalalar bo'yicha umumiy standartlar va qoidalar ishlab chiqishi zarur. UNESCO va boshqa xalqaro tashkilotlar bu yo'nalishda faol ishlamoqda.

Kelajak istiqbollari. Kelajakda sun'iy intellekt texnologiyalari yanada rivojlanib, yer monitoringi va ekologik prognozlashda yanada muhim rol o'ynaydi. Quantum computing, qo'shma o'rganish va tushuntirilishi mumkin bo'lgan sun'iy intellekt kabi yangi yo'nalishlar paydo bo'lmoqda.

Kelajakda global ekologik monitoring tizimi yaratilishi mumkin, bu butun sayyoramizning holatini real vaqt rejimida kuzatib boradi va xavfli

tendentsiyalarni erta bosqichida aniqlaydi. Sun'iy intellekt iqlim o'zgarishiga moslashish strategiyalarini ishlab chiqish, tabiiy resurslarni samarali boshqarish va barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda asosiy vosita bo'lib qoladi.

XULOSA. Sun'iy intellekt yer monitoringi va ekologik prognozlashda inqilobiy o'zgarishlar yaratmoqda. Bu texnologiyalar katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, murakkab naqshlarni aniqlash va aniq prognozlar yaratish imkonini beradi. Sun'iy yo'ldosh tasvirlarini tahlil qilishdan tortib, iqlim o'zgarishini bashorat qilishgacha, sun'iy intellekt ekologik muammolarni hal etishda muhim rol o'ynamoqda.

O'rmonlarni muhofaza qilish, okeanlarni monitoring qilish, shahar ekologiyasini yaxshilash va qishloq xo'jaligini optimallashtirish kabi sohalarda sun'iy intellektning amaliy qo'llanishi ijobiy natijalar bermoqda. Biroq, ma'lumotlar sifati, texnik resurslar va etik masalalar kabi qiyinchiliklar ham mavjud.

Kelajakda sun'iy intellekt texnologiyalarining yanada rivojlanishi va keng qo'llanilishi kutilmoqda. Global hamkorlik, ochiq ma'lumotlar va xalqaro standartlar orqali bu texnologiyalarning barcha mamlakatlar uchun foydalanish imkoniyati yaratilishi muhimdir.

Ekologik muammolar global xarakterga ega va ularni hal etish barcha mamlakatlarda hamkorlikni talab etadi. Sun'iy intellekt esa bu hamkorlikni samarali amalga oshirish va sayyoramizni sog'lom va barqaror kelajak uchun saqlashda eng kuchli vositalardan biri hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, sun'iy intellekt texnologiyalaridan oqilona va mas'uliyat bilan foydalanish orqali biz ekologik muvozanatni saqlash, tabiiy resurslarni tejash va kelajak avlodlar uchun yashashga qulay muhit yaratishimiz mumkin. Bu esa barqaror rivojlanish maqsadlariga erishish va global ekologik xavfsizlikni ta'minlashning kaliti hisoblanadi.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

Rolnick D., Donti P. L., Kaack L. H., et al. Tackling Climate Change with Machine Learning // ACM Computing Surveys. – 2022. – Vol. 55. – № 2. – P. 1-96.

Reichstein M., Camps-Valls G., Stevens B., et al. Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science // Nature. – 2019. – Vol. 566. – № 7743. – P. 195-204.

Huntingford C., Jeffers E. S., Bonsall M. B., et al. Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness // Environmental Research Letters. – 2019. – Vol. 14. – № 12. – P. 124007.

Christin S., Hervet É., Lecomte N. Applications for deep learning in ecology // Methods in Ecology and Evolution. – 2019. – Vol. 10. – № 10. – P. 1632-1644.

Yuan Q., Shen H., Li T., et al. Deep learning in environmental remote sensing: Achievements and challenges // Remote Sensing of Environment. – 2020. – Vol. 241. – P. 111716.

