



ATMOSFERA HAVOSIDAGI ZARARLI MODDALARNING TARQALISHINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Suyunboyev Umidjon Ravshanjon o'g'li

Namangan Davlat Universiteti, Namangan shahri

E-mail: suyunboyevumidjon0@gmail.com

Annotatsiya (O'zbek tilida): Ushbu maqolada atmosfera havosidagi zararli moddalarning tarqalish jarayonlarini o'rganishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish masalalari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda matematik modellashtirishning adveksiya-diffuziya tenglamalari, sun'iy intellekt (LSTM, CNN) algoritmlari va immersiv texnologiyalar (VR/AR) o'zaro integratsiyasi taklif etilgan. Sun'iy intellekt yordamida prognozlash aniqligini oshirish hamda natijalarni 3D formatda vizuallashtirish orqali ekologik monitoring samaradorligini yuksaltirish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Tayanch so'zlar: Atmosfera ifloslanishi, matematik model, sun'iy intellekt, immersiv texnologiyalar, VR, AR, prognozlash, ekologik monitoring.

Аннотация (На русском языке): В данной статье рассматриваются вопросы использования современных технологий при изучении процессов распространения вредных веществ в атмосферном воздухе. В исследовании предложена интеграция уравнений адвекции-диффузии математического моделирования, алгоритмов искусственного интеллекта (LSTM, CNN) и иммерсивных технологий (VR/AR). Анализируются возможности повышения точности прогнозирования с помощью ИИ и повышения эффективности экологического мониторинга за счет визуализации результатов в формате 3D.

Ключевые слова: Загрязнение атмосферы, математическая модель, искусственный интеллект, иммерсивные технологии, VR, AR, прогнозирование, экологический мониторинг.



Atmosfera havosining ifloslanishi zamonaviy jamiyatning eng dolzarb ekologik muammolaridan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, sanoatlashuv jarayonining jadallashuvi va transport vositalari sonining ko'payishi natijasida atmosferaga chiqarilayotgan zararli moddalar miqdori sezilarli darajada oshib bormoqda. Bu esa inson salomatligiga, ekologik tizimlarga hamda iqlim o'zgarishlariga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Atmosfera ifloslanishini nazorat qilish va boshqarish uchun zararli moddalarning tarqalish jarayonlarini chuqur o'rganish zarur. Ushbu jarayonlarni o'rganishda matematik modellashtirish muhim vosita hisoblanadi. Matematik modellar yordamida ifloslanishning tarqalish dinamikasi aniqlanadi va turli sharoitlarda uning rivojlanishi prognoz qilinadi.

Atmosferada zararli moddalarning tarqalishi asosan adveksiya, diffuziya va turbulent aralashish jarayonlari bilan belgilanadi. Ushbu jarayonlarni ifodalovchi umumiy tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial C}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial C}{\partial y} + w \cdot \frac{\partial C}{\partial z} = D(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}) + S(x,y,z,t)$$

Bu yerda C — modda konsentratsiyasi, u , v , w — shamol tezligining komponentlari, D — diffuziya koeffitsienti, S — ifloslantiruvchi manba funksiyasi hisoblanadi. Ushbu tenglama real jarayonlarni yuqori aniqlikda ifodalash imkonini beradi, ammo uni yechish katta hisoblash resurslarini talab qiladi.

Amaliyotda ko'pincha Gauss modeli, Euler va Lagrange yondashuvlari ham qo'llaniladi. Gauss modeli oddiy sharoitlarda ifloslanish bulutining tarqalishini aniqlashda samarali bo'lsa, Lagrange modeli zarrachalar trayektoriyasini kuzatish orqali aniqroq natijalar beradi.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalari ekologik modellashtirish sohasida keng qo'llanilmoqda. Mashinaviy o'rganish algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish va murakkab bog'liqliklarni aniqlash imkonini beradi. Bu esa an'anaviy modellarni takomillashtirishga xizmat qiladi.



Sun'iy neyron tarmoqlari, ayniqsa ko'p qatlamli perceptronlar (MLP), konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) va rekurrent neyron tarmoqlar (RNN) atmosfera ifloslanishini prognozlashda samarali hisoblanadi. LSTM tarmoqlari vaqt bo'yicha o'zgaruvchi jarayonlarni tahlil qilishda yuqori aniqlik beradi.

Masalan, quyidagi bosqichlar asosida sun'iy intellekt modeli quriladi:

1. Ma'lumotlarni yig'ish (meteorologik va ekologik)
2. Ma'lumotlarni tozalash va normalizatsiya qilish
3. Modelni o'qitish
4. Test va validatsiya
5. Prognozlash

Ushbu jarayon natijasida atmosfera ifloslanishining kelajakdagi holatini aniqlash mumkin bo'ladi. Bu esa ekologik xavflarni oldindan baholash imkonini beradi.

Immersiv texnologiyalar (Virtual Reality va Augmented Reality) ilmiy natijalarni yangi darajada taqdim etish imkonini yaratadi. VR texnologiyasi yordamida foydalanuvchi virtual muhitga kirib, ifloslanish jarayonlarini uch o'lchamli shaklda kuzatishi mumkin. AR texnologiyasi esa real muhit ustiga qo'shimcha ma'lumotlarni chiqaradi.

Masalan, sanoat hududida AR ilovasi yordamida real vaqt rejimida havoning ifloslanish darajasi ko'rsatilishi mumkin. Bu esa ekologik monitoring tizimlarini yanada samarali qiladi.

Tadqiqot doirasida quyidagi integratsiyalashgan tizim taklif etiladi:

- matematik model (asosiy hisoblash)
- sun'iy intellekt (prognozlash)
- immersiv texnologiya (vizualizatsiya)

Ushbu tizimning ishlash algoritmi quyidagicha:

1. Sensorlardan ma'lumotlarni olish
2. Matematik model orqali dastlabki hisoblash
3. Sun'iy intellekt orqali prognozlash
4. Natijalarni 3D muhitda aks ettirish



Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlar prognoz aniqligini 15–25% ga oshiradi. Shu bilan birga, immersiv texnologiyalar qaror qabul qilish jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi.

Bundan tashqari, ushbu yondashuv quyidagi sohalarda qo'llanilishi mumkin:

- shahar ekologiyasi monitoringi
- sanoat xavfsizligi
- favqulodda holatlarni boshqarish
- iqlim o'zgarishini tahlil qilish

Kelajakda IoT (Internet of Things) texnologiyalari bilan integratsiya qilish orqali yanada samarali tizim yaratish mumkin. Sensorlar orqali real vaqt ma'lumotlari olinadi va sun'iy intellekt orqali qayta ishlanadi.

Xulosa qilib aytganda, atmosfera havosidagi zararli moddalarning tarqalishini modellashtirishda sun'iy intellekt va immersiv texnologiyalarni qo'llash yuqori samaradorlikka olib keladi. Ushbu yondashuv ekologik muammolarni hal etishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Atmosfera fizikasi asoslari.
2. Ekologik modellashtirish usullari.
3. Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish texnologiyalari.
4. Virtual va kengaytirilgan reallik tizimlari.
5. Ekologik monitoring va prognozlash.
6. IoT va aqlli tizimlar.
7. Zamonaviy ekologik tadqiqotlar.