

IQLIM O'ZGARISHI JARAYONLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

O'ktamov Madadjon O'ktam o'g'li¹, Boymurodova Shaxzoda Alisher qizi²

¹ Shahrisabz davlat pedagogika insituti, Aniq fanlar oliy pedagogika maktabi kafedrası o'qituvchisi

² Shahrisabz davlat pedagogika insituti, Matematika yo'nalishi talabasi

DOI: 10.61587/mmit.tiue.uz.v1i1.410

Annotatsiya. Ushbu maqolada global iqlim o'zgarishi jarayonlarini matematik karbonat angidrid (CO₂) konsentratsiyasining ortishi, global haroratning oshishi, muzliklarning erishi hamda ekologik tizimlardagi o'zgarishlar differensial tenglamalar va matematik modellar asosida tahlil qilingan. Maqolada iqlim jarayonlarini tavsiflovchi matematik modellarning tuzilishi, ularning fizik mazmuni va prognozlashdagi ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, oddiy va xususiy hosilali differensial tenglamalar yordamida atmosfera jarayonlarini ifodalash usullari ko'rib chiqilib, matematik modellash tirish orqali kelajakdagi ekologik holatni baholash imkoniyatlari tahlil etilgan. Tadqiqot natijalari matematik modellash tirish usullari iqlim o'zgarishining sabab va oqibatlarini chuqur o'rganishda muhim ilmiy vosita ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: iqlim o'zgarishi, matematik modellash tirish, differensial tenglamalar, xususiy hosilali tenglamalar, global isish, atmosfera harorati, karbonat angidrid, ekologik tizimlar, matematik model, prognozlash, dinamik tizimlar, ekologik jarayonlar, sonli usullar, atmosfera dinamikasi, ekologik monitoring.

MATHEMATICAL MODELING OF CLIMATE CHANGE PROCESSES

Madadjon O'ktamov¹, Shakhzoda Boymurodova²

¹ Shahrisabz State Pedagogical Institute, Higher School of Pedagogy of Exact Sciences, Lecturer

² Shahrisabz State Pedagogical Institute, Mathematics student

Abstract. This article studies the theoretical and practical aspects of mathematical modeling of global climate change processes. The increase in the concentration of carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere, the increase in global temperature, the melting of glaciers, and changes in ecological systems are analyzed on the basis of differential equations and mathematical models. The article discusses the structure of mathematical models describing climate processes, their physical content, and their significance in forecasting. It also considers methods for expressing atmospheric processes using ordinary and partial differential equations, and analyzes the possibilities of assessing the future ecological state through mathematical modeling. The results of the study show that mathematical modeling methods are an important scientific tool for in-depth study of the causes and consequences of climate change.

Keywords: climate change, mathematical modeling, differential equations, partial differential equations, global warming, atmospheric temperature, carbon dioxide, ecological systems, mathematical model, forecasting, dynamic systems, ecological processes, numerical methods, atmospheric dynamics, ecological monitoring.

Hozirgi davrda global iqlim o'zgarishi insoniyat oldidagi eng muhim ekologik va iqtisodiy muammolardan biri hisoblanadi. Atmosfera haroratining ortishi, muzliklarning erishi, dengiz sathining ko'tarilishi, qurg'oqchilik va kuchli tabiiy ofatlarning ko'payishi dunyo miqyosida jiddiy xavotir uyg'otmoqda. Mazkur jarayonlarning kelib chiqish sabablari va oqibatlarini chuqur o'rganish, ularning kelajakdagi holatini oldindan prognoz qilish zamonaviy ilm-fanning asosiy vazifalaridan biri bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, iqlim jarayonlarining

murakkab tabiati ularni oddiy kuzatish orqali emas, balki matematik modellashirish asosida tadqiq etishni talab qiladi.

Iqlim tizimi atmosfera, okean, biosfera va quruqlik qatlamlari o'rtasidagi murakkab bog'lanishlardan tashkil topgan dinamik tizimdir. Ushbu tizimda sodir bo'ladigan har qanday o'zgarish boshqa jarayonlarga ham ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli iqlim o'zgarishini o'rganishda differensial tenglamalar, statistik modellar va sonli usullar keng qo'llaniladi. Matematik modellashirish real tabiiy jarayonlarni matematik formulalar va tenglamalar yordamida ifodalash imkonini beradi hamda murakkab ekologik hodisalarni ilmiy asosda tahlil qilishga xizmat qiladi.

Global iqlim o'zgarishining asosiy sabablaridan biri inson faoliyati natijasida atmosferaga chiqarilayotgan issiqxona gazlari hisoblanadi. Ayniqsa karbonat angidrid, metan va azot oksidi kabi gazlar Yer atmosferasida issiqlikni ushlab qolib, "issiqxona effekti"ni yuzaga keltiradi. Natijada Yerning o'rtacha harorati yildan-yilga ortib bormoqda. Ushbu jarayonni matematik jihatdan ifodalash uchun differensial tenglamalardan foydalaniladi. Atmosfera haroratining vaqt bo'yicha o'zgarishini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

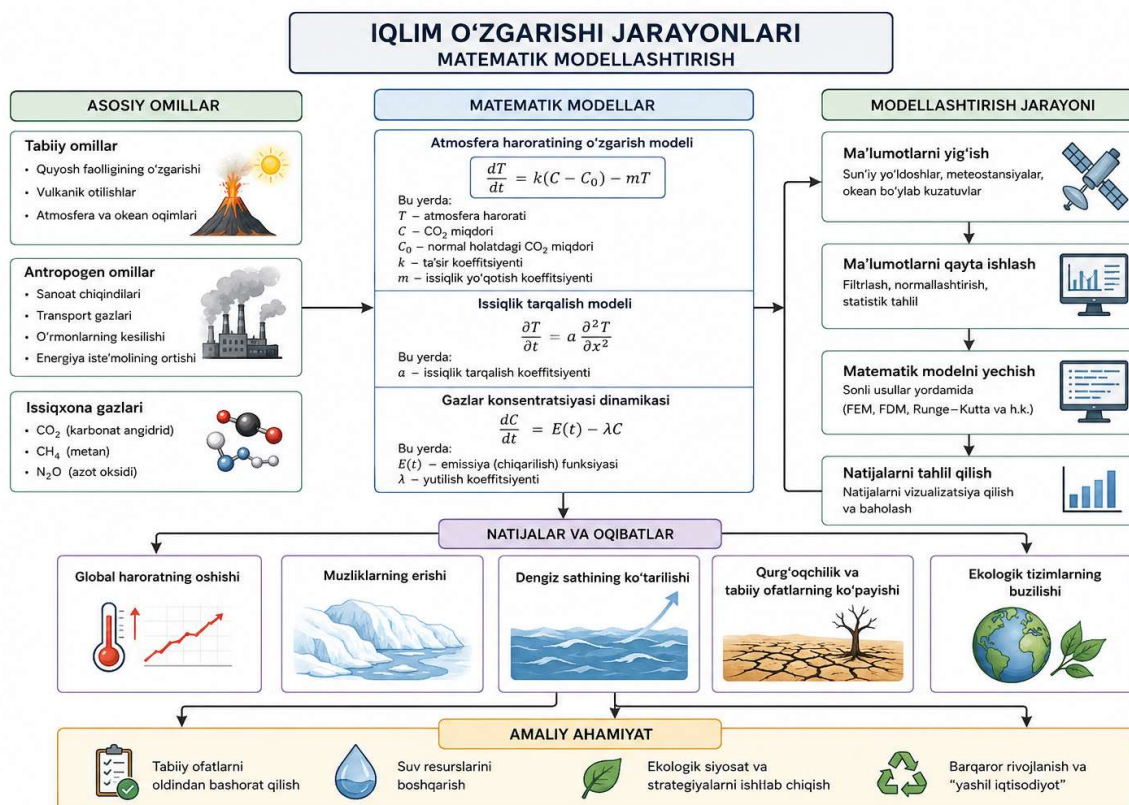
$$\frac{dT}{dt} = k(C - C_0) - mT$$

Bu yerda T atmosfera haroratini, C karbonat angidrid miqdorini, C_0 esa uning normal holatdagi qiymatini bildiradi. Modeldan ko'rinadiki, atmosferadagi karbonat angidrid miqdori oshishi haroratning ortishiga sabab bo'ladi. Shu bilan birga issiqlikning ma'lum qismi atmosferadan tashqariga chiqib ketadi va bu jarayon mT

Iqlim jarayonlarini o'rganishda issiqlik almashinuvi masalalari ham muhim ahamiyatga ega. Atmosfera va okean qatlamlaridagi issiqlik tarqalishi xususiy hosilali differensial tenglamalar yordamida modellashiriladi. Issiqlik tarqalishining klassik modeli quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

Mazkur tenglama atmosfera qatlamlarida yoki okean suvlari ichida issiqlikning fazo va vaqt bo'yicha qanday taqsimlanishini ifodalaydi. Bunday modellar yordamida global isish jarayonining hududlar bo'yicha ta'sir darajasi aniqlanadi.



So'nggi yillarda kompyuter texnologiyalari va sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanishi iqlim modellarining aniqligini sezilarli darajada oshirdi. Zamonaviy Global Climate Models (GCM) millionlab matematik hisob-kitoblarni amalga oshirib, atmosfera va okean jarayonlarini birgalikda tahlil qiladi. Ushbu modellar superkompyuterlar yordamida ishlaydi hamda meteorologik kuzatuvlar, sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va statistik tahlillarga asoslanadi. Sun'iy intellekt algoritmlari esa katta hajmdagi ekologik ma'lumotlarni qayta ishlash, yashirin qonuniyatlarni aniqlash va uzoq muddatli prognozlarni shakllantirish imkonini bermoqda.

Matematik modellashtrishning amaliy ahamiyati juda katta hisoblanadi. Iqlim modellaridan tabiiy ofatlarni oldindan bashorat qilish, qurg'oqchilik xavfini aniqlash, suv resurslarini boshqarish va ekologik monitoringni amalga oshirishda foydalaniladi. Bundan tashqari, matematik modellar asosida davlatlarning ekologik siyosati shakllantiriladi va xalqaro ekologik dasturlar ishlab chiqiladi. Ayniqsa "yashil iqtisodiyot" va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishda modellashtrish muhim ilmiy asos vazifasini bajaradi.

Xulosa qilib usullari aytganda, matematik modellashtrish iqlim o'zgarishi jarayonlarini chuqur o'rganish va ularning kelajakdagi holatini prognoz qilishda muhim ilmiy vosita hisoblanadi. Differensial tenglamalar yordamida atmosfera harorati, issiqxona gazlari dinamikasi va ekologik tizimlardagi o'zgarishlarni ilmiy jihatdan tahlil qilish mumkin.

Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va sun'iy intellekt tizimlari esa modellashtirish samaradorligini yanada oshirmoqda. Shu sababli matematik modellashtirish ekologiya, meteorologiya va texnologiya sohalarining integratsiyalashgan rivojlanishida muhim o'rin egallaydi hamda global ekologik muammolarni hal etishda katta ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Samarskiy A.A., Mikhailov A.P. "Matematik modellashtirish va differensial tenglamalar". Moskva: Nauka, 2001.
2. Tikhonov A.N., Samarskiy A.A. "Matematicheskaya fizika tenglamalari". Moskva: Fizmatlit, 2004.
3. Murray J.D. "Mathematical Biology". Springer, 2002.
4. IPCC. "Climate Change Assessment Reports (AR6)". Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021–2023.
5. Holton J.R. "An Introduction to Dynamic Meteorology". Academic Press, 2013.
6. Madadjon, O'ktamov. "Translation Problems and Literary Translation in Uzbek literature: research, problems and solution." TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATION G'OYALAR 1.7 (2025): 326-331.
7. Samatova, Surayyo Ural Qizi, and Madadjon O'Ktamov. "THE DEVELOPMENT OF LANGUAGES IN THE INTERNET AND DIGITAL AGE." Academic research in educational sciences 6.NUU Conference Students 1 (2025): 635-639.
8. Mo'Minova, Maftuna G'Ayrat Qizi, and Madadjon O'Ktamov. "Modern Approaches in Child Psychology." Academic research in educational sciences 6.NUU Conference Students 1 (2025): 629-634.
9. Bobonazarova, Parvina Ixtiyor Qizi, and Madadjon Oktam Ogli Oktamov. "TEACHING FOREIGN LANGUAGES USING THE KOREAN METHOD." Academic research in educational sciences 6.NUU Conference Students 1 (2025): 684-689.