

GEOGRAFIYA MUTAXASSISLIGI UCHUN OLIY MATEMATIKA FANINI
O`QITISHDA MATEMATIK MODELLARNING TADBIQLARIXolmuradov F.M.¹, Tillabayev I.N.², Sobitov R.A.³*Namangan davlat universiteti^{1,2,3}.*

Annotatsiya: *Maqolamiz geografiya sohasida matematik modellashtirishning turli tadbirlarini qamrab oladi, bu esa olimlarga yer yuzasidagi turli jarayonlarni tushunish va ularni aniqroq bashorat qilish imkonini beradi. Ushbu maqola, geografiyaning turli jabhalarida, jumladan iqlim o'zgarishini modellashtirish, yer yuzasining eroziyasi, suv resurslarining boshqaruvi va demografik o'zgarishlarni tahlil qilish kabi sohalarda matematik modellashtirishning qanday qo'llanilayotganini ko'rib chiqadi. Har bir tadbir qisqacha tavsiflanadi, muhim tenglamalar va ularning ilmiy hamda amaliy ahamiyati ko'rsatib o'tiladi.*

Iqlim o'zgarishi modellari atmosferadagi gazlar va ularning Yer haroratiga ta'sirini hisobga oladi, bu esa bizga global iqlim tizimining murakkabligini tushunishda yordam beradi. Eroziya modellari tuproqning yo'qolish darajasini va uning tabiiy resurslar uchun oqibatlarini aniqlashda muhimdir. Demografik modellar esa aholining o'sish darajasini baholash va bu o'sishning kelajakdagi iqtisodiy va ijtimoiy ta'sirlarini bashorat qilishda asosiy rol o'ynaydi.

Maqolada shuningdek, matematik modellashtirishning metodologiya va cheklolari, shu jumladan ma'lumotlarning mavjudligi, model qurishdagi qiyinchiliklar va natijalarni talqin qilish masalalariga ham e'tibor qaratadi. Geografiya sohasidagi olimlar uchun ushbu maqola matematik modellashtirishning nazariy va amaliy aspektlarini chuqur tushunishlari uchun juda muhimdir.

Ularni tahlil qilish orqali, geografiyada matematik modellashtirishning bu keng spektrini o'z ichiga olgan tadbirlarning muhimligi va kerakligi ta'kidlanadi. Ushbu tadbirlar orqali erishilgan natijalar bizga kelajakda yuz berishi mumkin bo'lgan jarayonlarni oldindan ko'rib chiqish va ularning oqibatlariga tayyorlanish imkonini beradi, bu esa insoniyat uchun juda muhimdir. Maqola, shuningdek, matematik modellashtirishning geografiya kabi ko'p qirrali fan sohasida qanday qilib asosiy qaror qabul qilish vositasi sifatida xizmat qilishi mumkinligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *Matematik modellashtirish, Geografiya, Iqlim o'zgarishi, Eroziya, Suv resurslari, Demografiya, Yer yuzasi jarayonlari, Bashorat qilish, GIS (Geografik Ma'lumotlar Tizimi), Atrof-muhitni boshqarish*

Geografiyada matematik modellashtirish, Yer sirtidagi turli jarayonlarni va hodisalarni tahlil qilish va bashorat qilish uchun ishlatiladigan kuchli vositadir. Ushbu uslub jonli va notirik tabiat o'rtasidagi munosabatlarni tahlil qilish, ekologik muammolarni hal qilish, iqlim o'zgarishini kuzatish, yer resurslarini boshqarish, va

boshqa ko'plab sohalarda qo'llaniladi. Quyida geografiyada matematik modellashtirishning ba'zi tadbirlari haqida gapirib beramiz.

1. Iqlim O'zgarishi Modeli

Iqlim modellari, odatda, ko'plab murakkab tenglamalar va perimetrlik modelleme yordamida Yer atmosferasi, okeanlari va quruqlik yuzasidagi fizik jarayonlarni ta'riflaydi. Biroq, juda soddalashtirilgan ko'rinishda, CO₂ ning atmosferadagi konsentratsiyasi va uning global harorat o'rtacha ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalash uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan tenglama (Arrhenius tenglamasi) kabi misollarni ko'rib chiqish mumkin.[1].

Arrhenius tenglamasi, atmosferadagi CO₂ konsentratsiyasining oshishi bilan Yer yuzasining o'rtacha haroratining qanday o'zgarishini bashorat qilish uchun ishlatiladi. Bu tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\Delta T = \lambda * \ln\left(\frac{C}{C_0}\right)$$

Bu yerda:

(ΔT) - Yer yuzasining o'rtacha haroratining o'zgarishi,

(C) - atmosferadagi CO₂ ning hozirgi konsentratsiyasi,

(C₀) - atmosferadagi CO₂ ning boshlang'ich konsentratsiyasi (masalan, sanoat inqilobi boshlangan paytdagi konsentratsiya),

λ -ikkilamchi ta'sir koeffitsienti (klimat tizimidagi nurlanishni kuchaytiruvchi yoki kuchsizlantiruvchi jarayonlarni aks ettiradi), \ln - natural logarifmni anglatadi [2].

Arrhenius tenglamasi sanoat oldi davr bilan solishtirganda, atmosferadagi CO₂ miqdorining oshishi global o'rtacha haroratning ko'tarilishiga qanday ta'sir qilishi mumkinligini tushunish uchun asosiy vositadir. Biroq, iqlim sistemasi murakkab bo'lganligi sababli, to'liq iqlim modellari ancha ko'p o'zgaruvchilar va jarayonlarni hisobga oladi. Okean-atmosfera o'zaro ta'siri, muz qoplarning erishi, bulutlarning hosil bo'lishi, yashil o'simliklar va okeanlarning karbonat angidridini yutilish jarayonlari kabi ko'plab murakkab jarayonlar iqlim modellarida hisobga olinadi.

Shu sababli, geofizik tadqiqotlarda soddalashtirilgan tenglamalar faqat ko'rsatma yoki ta'limiy maqsadlar uchun ishlatilishi mumkin, ammo to'liq bashoratlarni amalga oshirish uchun muhandislar va olimlar ancha murakkab kompyuterlashtirilgan iqlim modellaridan foydalanadilar [3].

$$\Delta T = \lambda * \log_2\left(\frac{C}{C_0}\right) \quad (1.1)$$

Bu yerda, ΔT - global o'rtacha harorat o'zgarishi, (C) - atmosferadagi CO₂ ning hozirgi konsentratsiyasi, (C₀) - boshlang'ich konsentratsiya, va λ - klimatga ta'sir ko'rsatuvchi sabitdir.

2. Yer Yuzasining Eroziyasi Modeli

Eroziya jarayoni suv, shamol va muz kabi tabiiy kuchlar ta'sirida yer yuzasining asta-sekin yo'qolishidir. Universal Eroziya Tenglamasi (Universal Soil Loss Equation, USLE) er yuzasidan tuproqning yo'qolishi miqdorini baholash uchun ishlatiladi:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Bu yerda, (A) - yillik tuproq yo'qotilish miqdori, (R) - yog'in miqdori va uning kuchliligi, (K) - tuproqning eroziyaga moyilligi, (LS) - reliefiga bog'liq koeffitsient, (C) - eroziyaga qarshi kurashish amallari, (P) - eroziyani kamaytirishni mo'ljallangan o'simlik qoplami [4].

Universal Eroziya Tenglamasi (USLE), tuproqning eroziyasi va uning tabiiy va antropogenik omillar ta'sirida yo'qolishini baholashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan keng qo'llaniladigan modellashtirish vositasidir. Bu tenglama tufayli, yer resurslarini boshqarish va muhofaza qilish bo'yicha samarali qarorlar qabul qilinishi mumkin. Quyida tenglamaning komponentlari qisqacha tavsiflanadi:

A - Yillik tuproq yo'qotilish miqdori, tonna/ektar/yil birliklarida ifodalanadi. Bu, bizga ma'lum bir joyda yil davomida necha tonna tuproqning eroziya tufayli yo'qotilishini ko'rsatadi.

R - Yog'in miqdori va uning kuchliligi, yomg'irning yerga tushishi va uning ta'sir kuchini ifodalaydi. Yomg'irning kuchliroq bo'lishi tuproqning eroziyaga uchraydigan darajasini oshiradi.

K - Tuproqning eroziyaga moyilligi, tuproqning tarkibi, tuzilishi va suvni o'tkazuvchanligi kabi xususiyatlarga asoslanadi. Turli tuproq turlari eroziyaga turlicharoq ta'sirchan bo'ladi.

LS - Reliefiga bog'liq koeffitsient, engil yoki keskin yonbag'irning (nishablikning) eroziyani kuchaytirish yoki kamaytirish ta'sirini hisobga oladi. Bu koeffitsient landshaftning mayilligi va uzunligiga bog'liq.

Eroziyaga qarshi kurashish amallari, turli eroziyani oldini oluvchi yoki kamaytiruvchi amallar yoki texnikalarning ta'sirini ifodalaydi. Masalan, qishloq xo'jaligi ekinlarining muayyan turlarini ekish yoki tuproqni qoplaydigan mulchalash texnikasi.

P - Eroziyani kamaytiruvchi o'simlik qoplami, bu esa tuproq eroziyasini pasaytiruvchi yoki oldini oluvchi o'simlik qoplami ta'sirini ifodalaydi. O'simlik qoplami suvning betini eroziyasidan himoya qilib, suv oqish tezligini pasaytiradi va tuproq zarralarini bog'lab turadi.

USLE yordamida, yer egalari, qishloq xo'jaligi muhandislari va atrof-muhit muhofazasi bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar tuproqni saqlab qolish va eroziyani kamaytirish bo'yicha strategiyalarni ishlab chiqishlari mumkin. Misol uchun, tuproqni qoplash, o'zgaruvchan ekish amaliyotlari yoki eroziya ta'sirini kamaytirish uchun maxsus o'simliklar ekish kabi usullar qo'llanilishi mumkin.

3. Demografik Model

Malthus modeli aholi dinamikasini tahlil qilishda foydalaniladigan eng sodda va eng qadimgi matematik modellardan biridir. Thomas Robert Malthus tomonidan 18-

asrda taklif qilingan bu model, aholi o'sishini eksponentsial sur'atda prognoz qiladi, bu esa aholi soni doimiy o'sish tezligida ortib borishini anglatadi [3].

Model quyidagi tenglama orqali ifodalanadi: $P(t) = P_0 * e^{rt}$

(**P(t)**): (t) vaqtida aholining umumiy soni.

(**P₀**): Boshlang'ich aholi soni. Bu, tahlil boshlanadigan vaqtdagi aholi soni.

(**r**): Aholi o'sish tezligi, bu har yili aholi soni qancha foizga o'sayotganini ko'rsatadi.

(**e**): Eksponentsial doimiy hisoblanadi va uning yaqinlashgan qiymati taqriban 2.71828.

(**t**): Vaqt, odatda yillarda o'lchanadi.

Malthus modeli aholi o'sishining potensial eksponentsial tabiatini ko'rsatadi, ya'ni aholi soni doimiy sur'atda va cheksiz o'saveradi, agar hech qanday chegaralovchi omillar (masalan, oziq-ovqat tanqisligi, kasalliklar, tabiiy resurslarning cheklanganligi) kiritilmasa. Malthus o'zining tadqiqotlarida aholi soni oziq-ovqat mahsulotlarining o'sishidan tezroq o'sishi mumkinligi va bu esa jiddiy muammolarga, xususan oziq-ovqat tanqisligi va aholi orasida qashshoqlik kabi muammolarga olib kelishi mumkinligini ta'kidlagan.

Shunga qaramay, Malthus modeli aholi dinamikasining murakkabligini va real dunyodagi aholi o'sishi uchun chegaralovchi omillarning ta'sirini to'liq aks ettira olmaydi. XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab, aholi o'sishi sur'atlari o'zgaruvchan bo'lib, ko'plab mamlakatlarda demografik o'tish davri kuzatilgan. Bu davrda tug'ilish darajasi pasayib, aholi o'sish tezligi barqarorlasha boshlagan yoki hatto aksiga o'zgargan. Bu holatlar Malthus modelining cheklanganligini va aholi o'sishi prognozlarini tuzishda yanada murakkab modellardan foydalanish zaruratini ko'rsatadi.

Malthus modeli aholi o'sishi haqida sodda, lekin muhim fikrlarni taklif qiladi: Eksponentsial O'sish: Aholi soni tezligi doimiy bo'lsa, vaqt o'tishi bilan eksponentsial sur'atda o'sadi. Bu demak, agar (r) mō'tadildagi o'sish koeffitsienti musbat va doimiy bo'lsa, aholi soni (t) vaqt oqimida tezlik bilan ortadi.

Chegaralanmagan Modellanmagan O'sish: Malthus modeli agar boshqa omillar aralashmasa (masalan, oziq-ovqat yoki boshqa resurslar cheklovi), aholi sonining cheksiz o'sishini bashorat qiladi.

Aholi O'sishining Potensial: Bu model aholi o'sishi uchun potensial tarafni ifodalaydi, lekin haqiqiy dunyoda aholi o'sishi resurslarning mavjudligi, ekologik va iqtisodiy omillar kabi cheklash omillariga duch keladi [10].

Malthusning bu prognozlariga qaramay, bugungi kunda biz ko'rgan aholi o'sish dinamikasi uning modelidan kelib chiqqan eksponentsial prognozlardan ko'ra murakkabroq. O'tgan asrlar davomida, aholi o'sish sur'ati iqtisodiy, ijtimoiy va texnologik o'zgarishlar tufayli o'zgarib turdi. Ba'zi mamlakatlarda aholi o'sishining sekinlashuvi kuzatiladi, bu esa demografik o'tish nazariyasi bilan izohlanadi. Ushbu nazariya aholi o'sishi tabiatida yuz beradigan o'zgarishlarni, jumladan, tug'ilish va o'lim

darajalari pasayishini va aholi o'sish sur'atlarining vaqt o'tishi bilan o'zgarib borishini ifodalaydi [12].

Shuni ta'kidlash kerakki, real dunyoda aholi dinamikasi sodda matematik modellar bilan to'liq tavsiflanmaydi va aholi o'sishi prognozlarini tuzishda turli xil ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik omillarni hisobga olish talab etiladi.

Xulosa

Geografiyada matematik modellashtirish muammolarni hal qilishning samarali usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu modellashtirish orqali biz atrof-muhitni ta'sirchan tarzda tahlil qilib, kelajakdagi o'zgarishlarni oldindan ko'ra bilish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Modellashtirish natijalari asosida qabul qilingan qarorlar ekologik muvozanatni saqlashda va atrof-muhit sifatini yaxshilashda muhim o'rin tutadi.

Malthus modeli aholi o'sishi haqidagi muhokamalarda muhim rol o'ynaydi va bu model orqali biz aholi sonining potensial eksponentsial o'sish jarayonini tushunishga yordam beradi. Ammo, bu modelning sodda taxminlari real dunyodagi aholi dinamikalari uchun chegarali qo'llanuvchanlikka ega. Aholi o'sish sur'atlarida kuzatiladigan sezilarli farqlar, demografik o'tish jarayonlari va turli mamlakatlardagi o'ziga xos ijtimoiy va iqtisodiy o'zgarishlar Malthusning eksponentsial o'sish modelidan farqli ravishda ro'y beradi.

Bugungi zamonaviy demografik tadqiqotlar aholi o'sishini tahlil qilish uchun ancha murakkab usullardan foydalanadi. Bu usullar iqtisodiy rivojlanish, ta'lim darajasi, salomatlik xizmatlarining sifati, jinsiy tenglik, atrof-muhit va resurslarning cheklanganligi kabi omillarni inobatga oladi. Malthusning asosiy g'oyalari esa, o'sishning iqtisodiy va ekologik jihatlarini chuqurroq tahlil qilish uchun poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, Malthus modeli aholi o'sishini tushunishda dastlabki qadam bo'lishi mumkin, biroq bugungi kunda insoniyatning demografik kelajagini prognoz qilish uchun yanada aniqlik va murakkab modellarni qo'llash muhimdir. Bu muammoni hal etishda, resurslarni samarali boshqarish, atrof-muhitni muhofaza qilish va ijtimoiy-iqtisodiy farovonlikka erishish maqsadida keng ko'lamli yondashuvlar zarur.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

[1]. Stewart, I. (2009). "In Pursuit of the Unknown: 17 Equations That Changed the World". Profile Books. ISBN: 978-1846685316.

[2]. Clarke, K. C., & Gaydos, L. J. (1998). "Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore". International Journal of Geographical Information Science, 12(7), 699-714.

[3]. Arnell, N. W. (1999). "Climate change and global water resources". Global Environmental Change, 9, S31-S49.

[4]. Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). "Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009". Texas Water Resources Institute.

[5]. Абдушукуров А. А., Холмуродов Ф. М. Оценивание квантильной функции в информативной модели случайного цензурирования с двух сторон //Статистические методы оценивания и проверки гипотез. – 2012. – С. 40-45.

[6]. Абдушукуров А. А., Холмуродов Ф. М. Полупараметрическая оценка квантили в информативной модели случайного цензурирования //Статистические методы оценивания и проверки гипотез. – 2011. – С. 144-151.

[7]. Abdushukurov A. A., Holmurodov F. M. Semi-Parametric Estimator of the Quantile in an Informative Model of Random Censoring //Journal of Mathematical Sciences. – 2022. – Т. 267. – №. 1.

[8]. Холмуродов Ф. М. Процентная остаточная продолжительность безотказной работы в информативной модели неполных наблюдений при случайном цензурировании с двух сторон //Труды XI международной ФАМЭБ'2012 конференции. Под ред. Олега Воробьева.—Крас-ноярск: НИИППБ, СФУ, 2012.—423 с. – Красноярский государственный торгово-экономический институт, 2012. – С. 372.

[9]. Rayimbaev J. et al. Test Particles and Quasiperiodic Oscillations around Gravitational Aether Black Holes //Galaxies. – 2023. – Т. 11. – №. 5. – С. 95.

[10]. Kholmuradov F. M. Asymptotic properties of semi-parametric estimation from quantile functions in the model of random censoring from both sides //Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2020. – Т. 2. – №. 3. – С. 21-27.

[11]. Zaxidov D., Xolmurodov F. Ijtimoiy tarmoqlar jamoalarini aniqlashda maksimal haqiqatga o'xshashlik metodini qo 'lash //Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 6. – С. 29-33.

[12]. Тиллабаев И. Построение кубатурных формул на прямоугольнике повторным интегрированием //Innovations in Technology and Science Education.- 2022. -Т. 1. - №.1. – С. 248-252.

[13]. Тиллабаев И. О слабо почти совершенных отображениях суперпаракомпактных пространств //Международной научно-практической конференции «современные проблемы прикладной математики и информационных технологий» Uzbekistan, Bukhara-2022 Том-1, 128-129 стр.

[14]. Тиллабаев И. Geometriya kursida parallel va tekislikdagi almashtirishlarni o`qitish uslubiyoti. // Журнал NamDU ilmiy axborotnomasi Том-4, 756-761 стр.ISSN: 2181-0427.

[15]. RA Sobitov, JA Egamov. [Some applications in economics](#). Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions 2 (1), 32-35. January,2024

[16]. Sobitov R.A. Tanlanma va uning xarakteristikalarini mavzusini o'qitishda pedagogik texnologiyalar tahlili. NamDU ilmiy axborotnomasi - Научный вестник НамГУ 2022 йил Махsus сон. 692-694-бетлар

[17]. Sobitov R.A. Use Maple to teach Curves of the second order. International conference on contemporary mathematics and its applications - ICCMA 2021, p.102-103 pages.

[18]. Sobitov R.A Differential LG - game of many participant players. Middle European Scientific Bulletin. Volume - 16 (2021) September 125-132-pages.

[19]. BT Samatov, MA Xorilov, RA Sobitov, [About one of the problem isaacs for lg- game](#) Scientific Bulletin of Namangan State University 2 (11), 21-27

[20]. Sobitov R.A. Fur'e qatorlarining ba'zi tatbiqlari. NamDU ilmiy axborotnomasi - Научный вестник НамГУ 2024 йил 4-сон. 42-47-бетлар.

[21]. Mamadaliev U.X., Satiboldiev I.R. Nilradikali maksimal uzunlikdagi kvazi-filiform algebra bo'lgan yechiluvchan Leybnits algebrasining to'liqligi // Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. – 2022. - №1. 35-39 b.

[22]. Мамадалиев У.Х. [Описание разрешимых алгебр Лейбница с нильрадикалом \$N\(m, n\)\$](#) // Бюллетень Института Математики. - 2020. №1, стр.68-74.