



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AHOLI POPULYATSIYASINING MATEMATIK MODELI.

Buriyev Javoxir Nosir o'g'li

Termiz davlat universiteti "Axborot texnologiyalari" fakulteti, "Amaliy matematika va informatika" kafedrası o'qituvchisi.

Annotatsiya. *Hozirgi kunda jahonda raqobatbardosh chiziqsiz biologik populyatsiya jarayonlari matematik modeli yechimlarining sifat xossalarini analitik va sonli tadqiq etishga alohida e'tibor qaratilmoqda. . "Birlashgan millatlar populyatsiya bo'limi bashoratiga ko'ra 2050 - yilga borib dunyo aholisining soni 9700 millionga yetadi. Kuchayuvchi rejimda insoniyatning giperbolik o'sishi chiziqsiz differensial tenglamani yechishda asosiy funksiyaga aylanadi". Ushbu maqolada O'zbekiston aholi populyatsiyasi dinamikasining chiziqli va chiziqsiz ko'p komponentli raqobatdosh biologik populyatsiya tenglamalari yechimining xossalarini tadqiq qilish usullari, o'rganilayotgan jarayonlar kompyuter yechimlarini olish sonli usullari va hisoblash algoritmlari ko'rib chiqilgan.*

KIRISH

Biologiya, ekologiya, tibbiyot, iqtisodiy masalalardagi turlarning ko'payish tezligini analiz qilish uchun bir necha yuz yillardan beri matematik va demograf olimlar o'zlarining populyatsiya modellarini taklif qilishadi. Biologiyada populyatsiya modeli orqali yo'qolib ketayotgan turlarni asrab qolish usullarini hisoblab chiqish va zarur choralar orqali turlarni asrab qolish mumkin bo'lsa, mikrobiologiyada har xil viruslar mikroorganizmlarning ko'payish va tarqalish tezligini hisoblash orqali ko'plab noxush holatlarning oldini olish mumkin. Ekologiyada ko'plab hashorot va turlarga atrof muhitning ta'sirlarini hisoblab, ko'plab nojo'ya ta'sirlarining oldini olish mumkin. Iqtisodiy masalalarda ayniqsa juda muhim rol o'ynaydi. Yer yuzida insoniyat ko'payish tezligi ortgan sari iqtisodchilar davlat boshqaruv tizimida ko'plab muammolarga duch kelishlari sababli, aholi populyatsiyasi dinamikasi modelini yaratilishi va shu orqali aholi dinamikasi analiz qilinib, yaqin kelajakdagi aholi soni bashorat qilinishi katta zaruratga aylandi. O'rganilayotgan hudud yoki davlat aholisi sonining ma'lum davr (2 yil, 5, 10, 15 va undan ko'p yillar) dagi o'zgarishi aholi soni dinamikasida o'z aksini topadi. Aholi soni dinamikasi, uning jami, umumiy (absolyut) soni, o'sish koeffitsienti, aholi sonining o'sish sur'ati kabi ko'rsatkichlarda ifodalanadi.

ASOSIY QISM

O'zbekiston aholi ko'payish ko'rsatkichlari orqali O'zbekistonning aholi populyatsiyasi modelini Kolmogorov-Fisher tipidagi biologik populyatsiyaning chiziqsiz sistemasi orqali yasash. Populyatsiya modeli va raqobatbardosh populyatsiya sistemasi ko'rinishidagi ikkita sinf modellari tadqiq qilindi.





Birinchi sinf modellari uchun turli reaksiya-kinetik bog'lanishlarda populyatsiya sonining keskin o'sish dinamikasi o'rganib chiqildi.

$Q = \{(t, x) : t > 0, x \in R_+^1\}$ sohada bir jinsli va geterogen (bir jinsli bo'lmagan) muhitda geterogenlik koeffitsienti $D|x|^q$ bo'lgan umumlashgan Kolmogorov-Fisher tipidagi biologik populyatsiya jarayonini ifodalovchi quyidagi masala ko'rib chiqildi:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D|x|^q u^{m-1} \left| \frac{\partial u^n}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u^1}{\partial x} \right) + k(x, t) f(u), \quad x \in R_+^1, \quad t \in R_+^1,$$

$$k(x, t) \leq k(t) \in C(R_+^1),$$

$$u|_{t=0} = u_0(x) \geq 0, \quad x \in R_+^1,$$

$$u|_{x=0} = \psi(t) \quad t > 0,$$

bu yerda $n, k, m \in R, p \geq 2, l \geq 1, D > 0$ sonlar mos ravishda diffuziya koeffitsienti va reaksiya tenglamasining koeffitsienti bo'lib hisoblanadi va $D(0) = 0, f(0) = f(1) = 0$. Ushbu tenglama $f(u) = u$ bo'lgan holda Maltus ko'rinishidagi populyatsiya o'sishi logistik modeli, $f(u) = u(1 - u)$ bo'lgan holda ferxyulst ko'rinishidagi populyatsiya modeli va $f(u) = u(1 - u^{\beta_1}), \beta > 1$ bo'lgan holda Olli ko'rinishidagi populyatsiya modeli uchun eng oddiy diffuziya modelining umumlashmasi hisoblanadi.

Quyida $f(u) = u$ va $f(u) = u(1 - u)$ shartlar uchun Kolmogorov-Fisher modelini ko'rib chiqamiz.

Yuqoridagi populyatsiya modellaridan O'zbekiston Respublikasi iqtisodi, qonunchiligi, iqlimi, geografik joylashuvi, mentalitetidan kelib chiqib, Maltus va Ferxyulat modellarini ko'rib chiqamiz. O'zbekistonning iqlimini, oziq-ovqat mahsulotlari yetishtirishda yuqori ko'rsatkichdaligini, qonun jihatidan aholi ko'payishi bilan bog'liq cheklovlarning yo'qligini hisobga olgan holda populyatsiyaning yuqoridagi modellari bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiyasining matematik modelini quramiz. Bunda biz statistika qo'mitasining rasmiy saytidan olingan ma'lumotlardan foydalanamiz.

Maltus modeli. Populyatsiya dinamikasi modelining turli ko'rinishlarini ko'rib chiqamiz. 1798-yilda populyatsiya modelini Avstriyalik demograf va iqtisodchi Tomas Maltus(1766 - 1834) ilk bor fanda e'lon qildi. Unga ko'ra α - nisbiy tug'ilish (vaqt birligida tug'ilishlar soninig jami aholisoniga nisbati), β - nisbiy o'lim (vaqt birligida o'limlar soninig jami aholisoniga nisbati), $a = \alpha - \beta$ - nisbiy o'sish bo'lib o'zgaras qiymat hisoblanadi. U holda boshlangish aholining tug'ilishlar soni uchun quyidigiga ega bo'lamiz:

$$\dot{N} = aN, \quad N(0) = N_0 \text{ yoki } \frac{dN(t)}{dt} = \alpha N(t)$$

Va buning yechimi sifatida quyidagi ko'rinish beriladi:

$$N(t) = e^{-\alpha t + \text{const}} \quad (1.1)$$

Umumiy tug'ilish va o'lishlar soni uchun quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{dN(t)}{dt} = (\alpha - \beta)N(t) \quad (1.2)$$

Umumiy yechim eksponensial funksiya hisoblanadi:

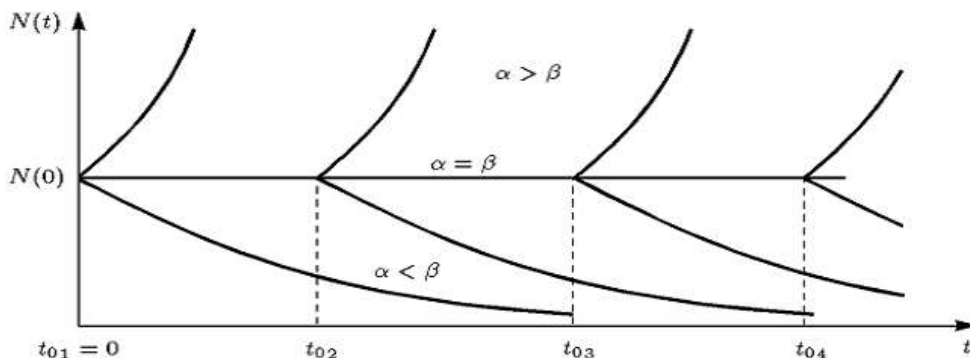




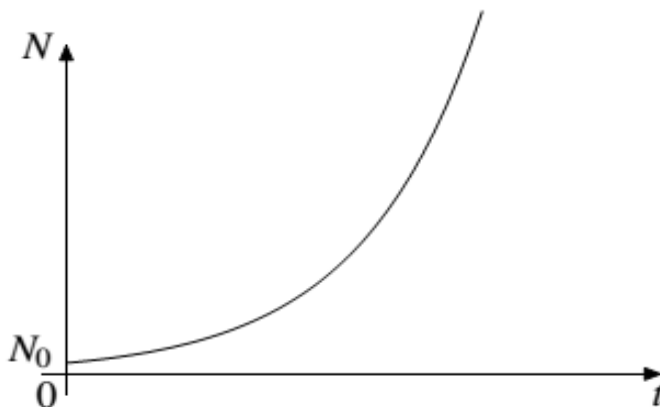
$$N(t) = e^{-(\alpha-\beta)t} + const \quad (1.3)$$

$$\text{yoki xususiy holda } N(t) = N_0 e^{at} \quad (1.4)$$

Agar $a > 0$ bo'lsa populyatsiya modeli vaqt birligida cheksiz o'sadi va aksincha $a < 0$ bo'lsa populyatsiya modeli vaqt birligida cheksiz kamayadi.



Mavjud aholi soni o'sishi ma'lumotlaridan va yasalgan grafig yuzidan, Maltus birinchi bo'lib aholi soni vaqtga nisbatan eksponenta (geometric progressiya) bo'yicha o'sishiga, oziq-ovqat ishlab chiqarish tezligi esa vaqtga nisbatan to'g'ri chiziq (arifmetik progressiya) bo'yicha o'sishiga va buning natijasida aholi o'sish chizig'i oziq ovqat chizig'idan o'zib ketishiga e'tibor qaratgan. Bu xulosalar natijasida Tomas Maltus aholining tug'ilish darajasini chegaralash (aholining qashshoq qatlamida) haqida yozdi.



Malumki populyatsiyaning Maltus modeli quyidagi ko'rinishga ega:

$$N(t) = N_0 * e^{(\alpha-\beta)*t} = N_0 * e^{a*t} \quad (3.1)$$

Bu yerda N_0 - boshlang'ich nuqtadagi aholining umumiy soni, $a = \alpha - \beta$ ga, α - boshlang'ich nuqtadagi tug'ilishlar sonining boshlang'ich nuqtadagi aholining umumiy soniga nisbatiga teng, β - boshlang'ich nuqtadagi o'limlar sonining boshlang'ich nuqtadagi aholining umumiy soniga nisbatiga teng, t - vaqt.

Populyatsiyaning Ferxyulst modeli esa quyidagiga teng:

$$N(t) = \frac{L * N_0}{N_0 + (L - N_0) * e^{-a*t}} \quad (3.2)$$

Bu yerda L - muhitning sig'imi, ya'ni qanchaga odam ehtiyojlarini qondira olish ko'rsatkichi, N_0 - boshlang'ich nuqtadagi aholining umumiy soni, $a = \alpha - \beta$ ga, α - boshlang'ich nuqtadagi tug'ilishlar sonining boshlang'ich nuqtadagi aholining umumiy





soniga nisbatiga teng, β – boshlang'ich nuqtadagi o'limlar sonining boshlang'ich nuqtadagi aholining umumiy soniga nisbatiga teng, t – vaqt.

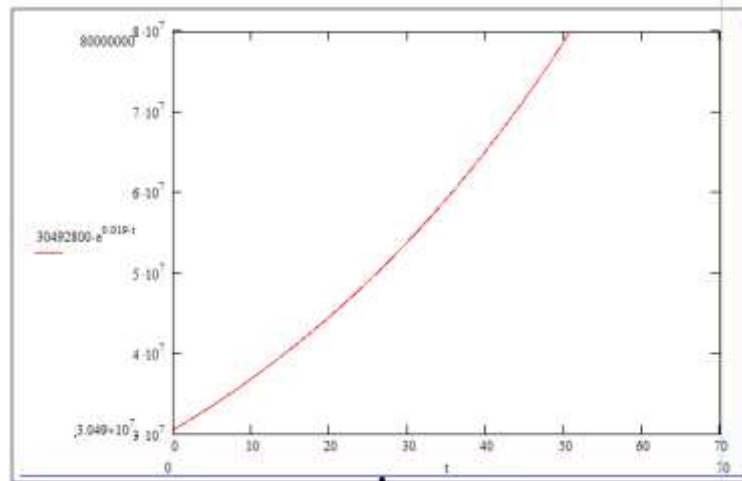
Biz tadqiqotimizga kerak bo'ladigan qiymatlarni statistika qo'mitasining rasmiy saytida olingan ma'lumotlar asosida olamiz.

Maltus modeli bo'yicha 2014-yilgi ma'lumotlarga ko'ra O'zbekistonning populyatsiya modelini quramiz:

$$\beta = \frac{149761}{30492800}, \alpha = \frac{718036}{30492800},$$

$$a = \alpha - \beta = \frac{718036 - 149761}{30492800} = \frac{568275}{30492800} = 0,019,$$

$$N(t) = 30492800 * e^{0.019*t}$$



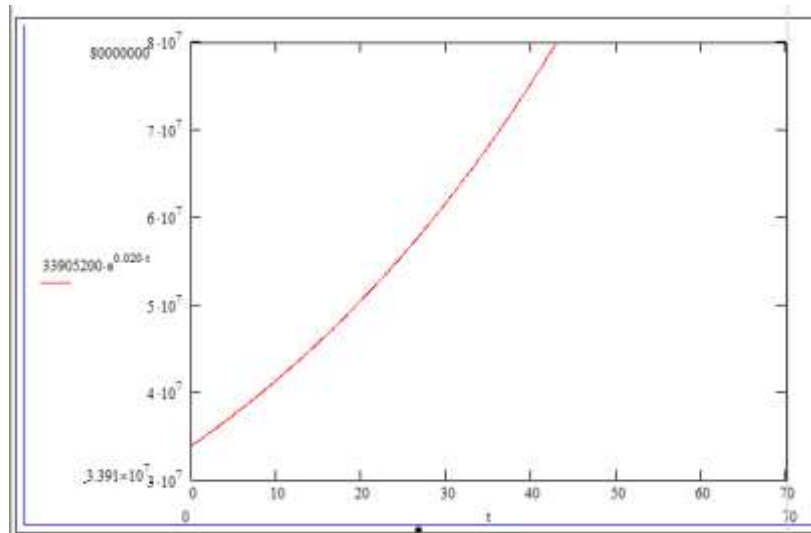
2014-yilgi ma'lumotlar bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiya modeli

Maltus modeli bo'yicha 2020-yilgi ma'lumotlarga ko'ra O'zbekistonning populyatsiya modelini quramiz:

$$\beta = \frac{175625}{33905200}, \alpha = \frac{841817}{33905200},$$

$$a = \alpha - \beta = \frac{841817 - 175625}{33905200} = \frac{666192}{33905200} = 0,02,$$

$$N(t) = 33905200 * e^{0.02*t}$$



2020-yilgi ma'lumotlar bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiya modeli

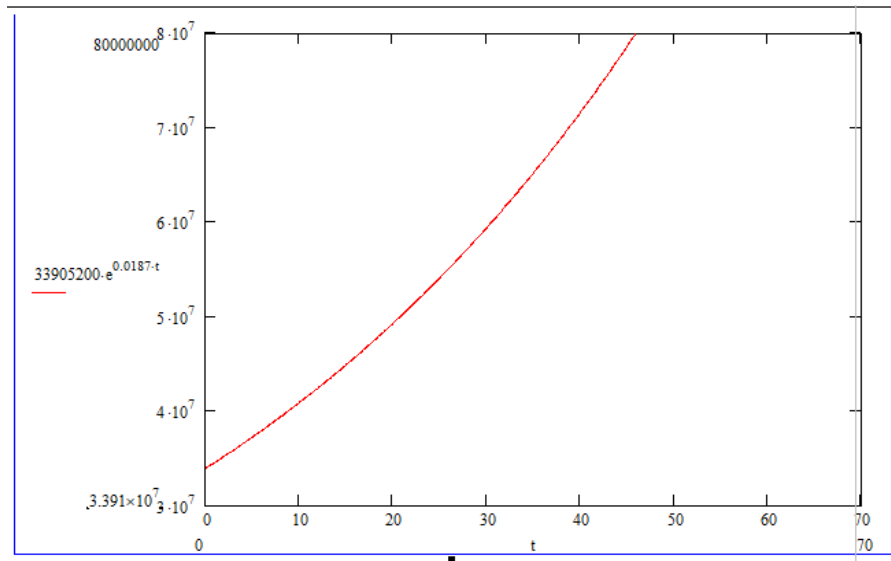




Maltus modeli bo'yicha 2020 - 2014 -yillar ma'lumotlarning o'rtacha qiymati bo'yicha O'zbekistonning populyatsiya modelini quramiz:

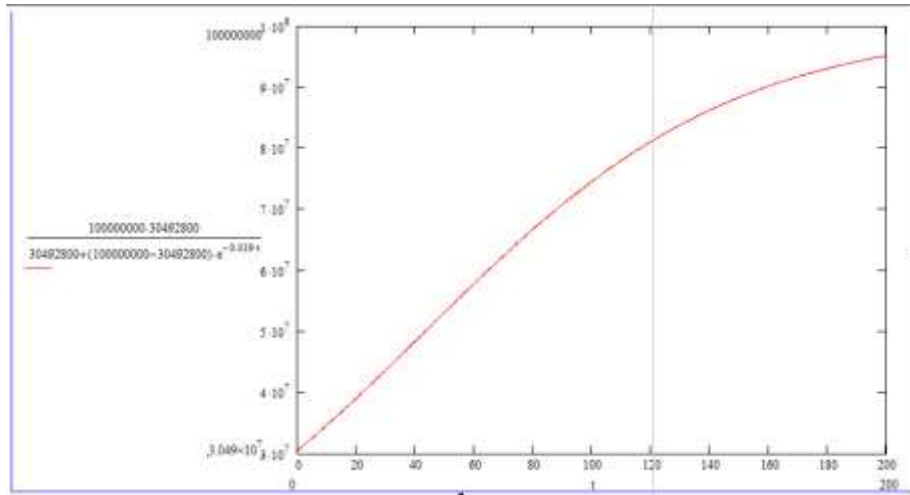
$$\beta = \frac{157488}{32146929}, \alpha = \frac{759880}{32146929}, a = \alpha - \beta = \frac{759880 - 157488}{32146929} = \frac{602392}{32146929} = 0,0187,$$

$$N(t) = 32146929 * e^{0.0187*t}$$

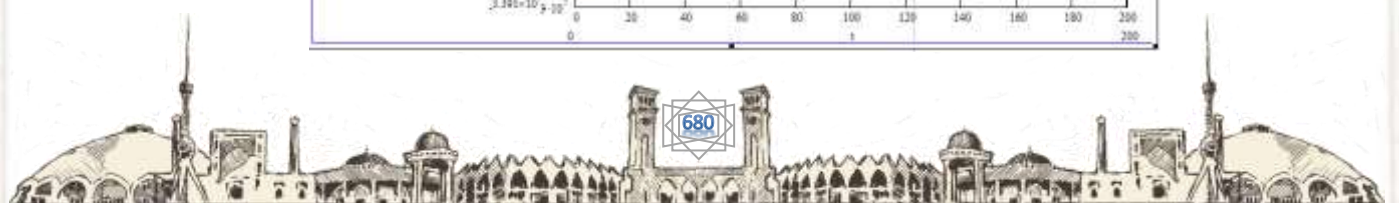
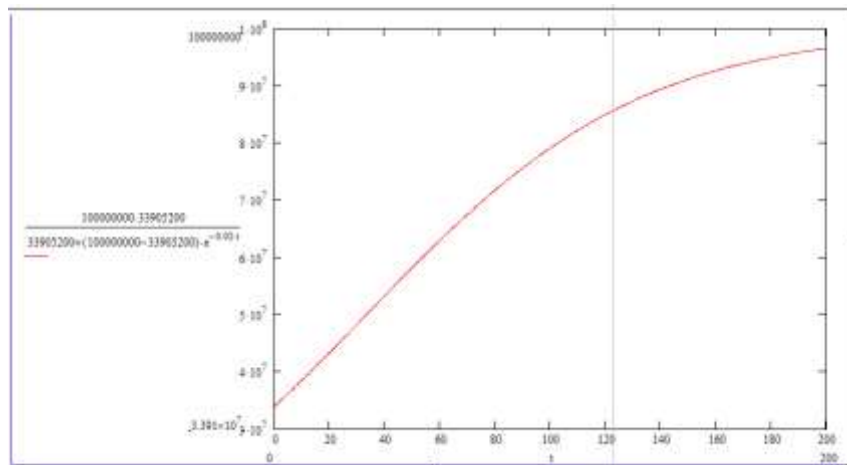


2014 - 2020-yillar ma'lumotlarining o'rtachasi bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiya modeli

Ferxyulst modeli bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiyasi modeli

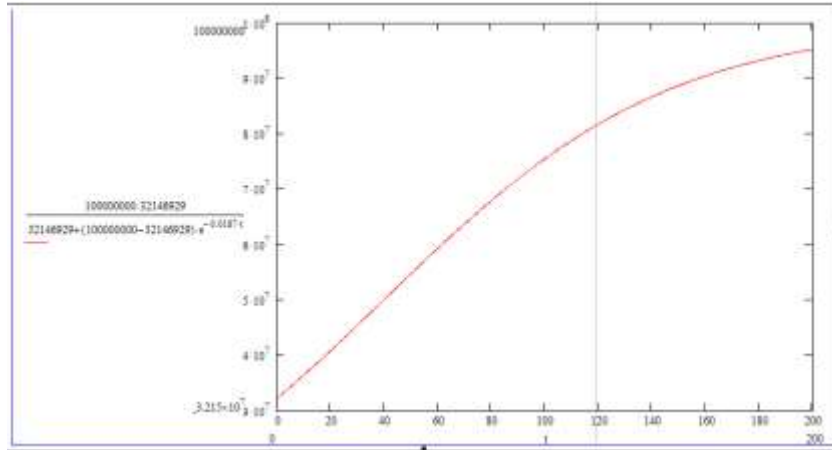


2014-yilgi ma'lumotlar bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiya modeli





2020-yilgi ma'lumotlar bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiya modeli



2014 - 2020-yillar oralig'idagi ma'lumotlar bo'yicha O'zbekistonning aholi populyatsiya modeli

