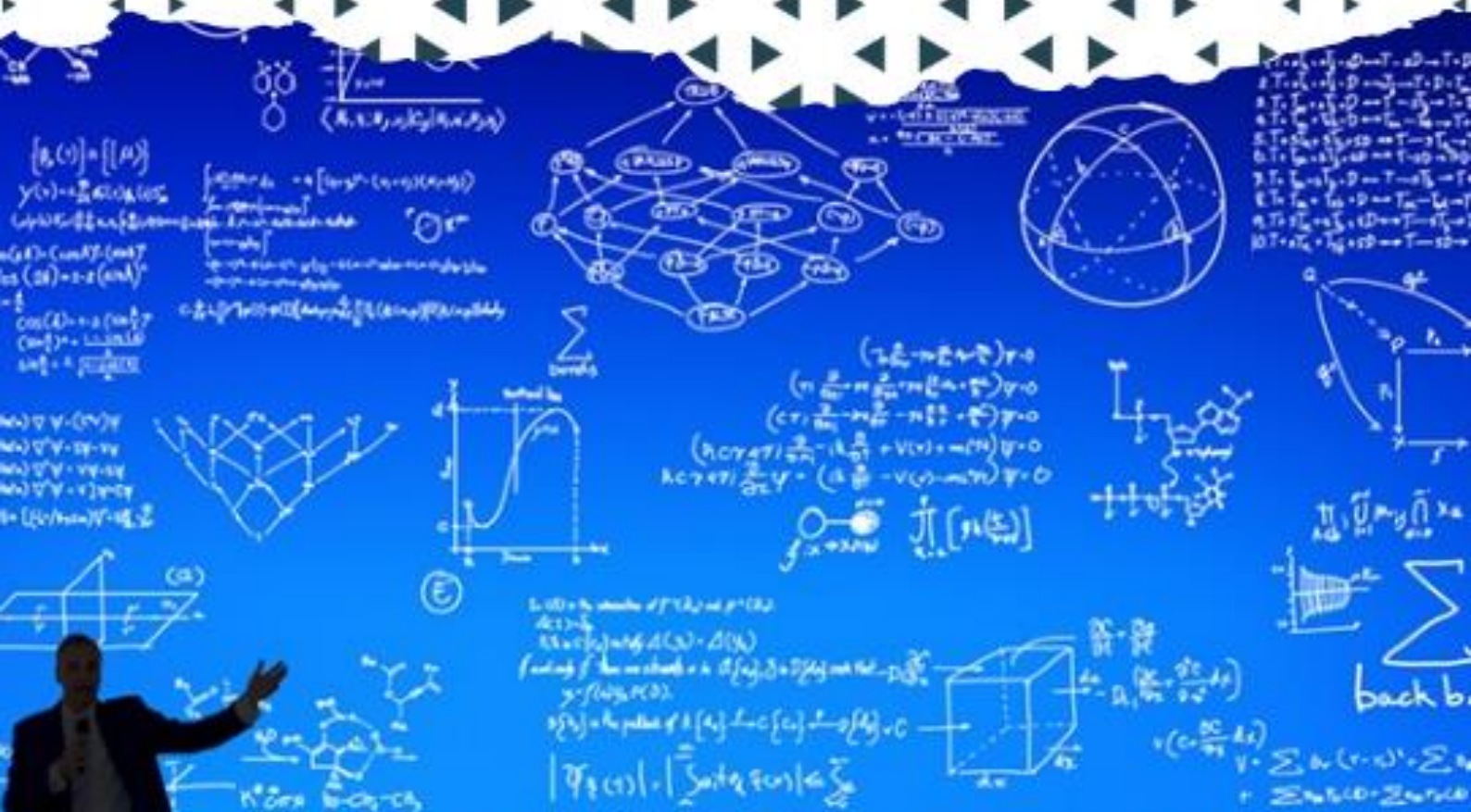




INNOVATIVE WORLD
Ilmiy tadqiqotlar markazi

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



Google Scholar doi

zenodo

OpenAIRE



+998335668868



<https://innoworld.net>

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



Directory of Research Journals Indexing

www.innoworld.net

O'ZBEKISTON-2025

CHIZIQSIZ POPULYATSIYA MODELİ ASOSIDA POPULYATSIYA DINAMIKASINING UCH REJIMINI MATEMATIK TAHLIL QILISH

Siyavushxo'ja Suxrobxo'ja o'g'li

Farg'ona davlat universiteti Amaliy

matematika yo'nalishi 3-bosqich

23.07-guruh talabasi Sobirjonov

E-mail: siyavushxujayev@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada chiziqsiz populyatsiya modeli asosida populyatsiya dinamikasining uch xil rejimi — so'nish, barqaror muvozanat va beqaror o'sish holatlari tahlil qilinadi. Populyatsiya o'sish jarayonini cheklovchi omillarni hisobga olgan holda matematik model tanlanadi va uning muvozanat holatlari aniqlanadi. Natijalar chiziqsiz modellashtirish populyatsiya jarayonlarini real sharoitga yaqin holda ifodalashda samarali vosita ekanini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: chiziqsiz populyatsiya modeli, populyatsiya dinamikasi, muvozanat holati, turg'unlik, differensial tenglama, matematik modellashtirish

Annotation. The article analyzes three different modes of population dynamics based on a nonlinear population model - extinction, stable equilibrium and unstable growth. Taking into account the factors limiting the population growth process, a mathematical model is selected and its equilibrium states are determined. The results show that nonlinear modeling is an effective tool for representing population processes in a way that is close to real conditions.

Keywords: nonlinear population model, population dynamics, equilibrium state, stagnation, differential equation, mathematical modeling

Аннотация. В статье анализируются три различных режима динамики популяции на основе нелинейной модели популяции — вымирание, устойчивое равновесие и неустойчивый рост. С учетом факторов, ограничивающих процесс роста популяции, выбрана математическая модель и определены ее состояния равновесия. Результаты показывают, что нелинейное моделирование является эффективным инструментом для представления популяционных процессов таким образом, чтобы они были близки к реальным условиям.

Ключевые слова: нелинейная модель популяции, динамика популяции, состояние равновесия, стагнация, дифференциальное уравнение, математическое моделирование

KIRISH. Tabiatda populyatsiyalar doimo o'zgarib turadi: ayrim hollarda ular tez ko'payadi, ba'zan ma'lum darajada barqarorlashadi, ayrim vaziyatlarda esa butunlay yo'qolish xavfi bilan yuzlashadi. Bu jarayonlarni faqat kuzatish orqali tushunish yetarli emas, chunki populyatsiya dinamikasiga resurslar, raqobat, muhit sig'imi va tashqi ta'sirlar bir vaqtning

o'zida ta'sir ko'rsatadi. Shunday murakkab sharoitlarda matematik modellashtirish populyatsiyaning kelajakdagi xatti-harakatini oldindan tasavvur qilish imkonini beradi.

Amaliyotda ko'pincha chiziqli modellar qo'llaniladi, biroq ular real biologik jarayonlarni to'liq ifodalay olmaydi. Chunki populyatsiya o'sishi doimo bir xil tezlikda kechmaydi: resurslar cheklangan sari o'sish sekinlashadi, ayrim chegaralardan keyin esa butunlay to'xtashi yoki kamayishi mumkin. Aynan shu nuqtada chiziqsiz populyatsiya modellari muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday modellar real jarayonlarga yaqinroq bo'lib, populyatsiyaning turli rejimlarda qanday harakatlanishini aniqroq ko'rsatib bera oladi.

Chiziqsiz populyatsiya modelida uch xil asosiy holat kuzatiladi. Birinchi holatda populyatsiya asta-sekin so'nib boradi va ma'lum vaqtdan so'ng yo'qolish darajasiga yaqinlashadi. Ikkinchi holatda populyatsiya soni vaqt o'tishi bilan ma'lum bir qiymat atrofida barqarorlashadi, bu esa ekologik muvozanat mavjudligini bildiradi. Uchinchi holatda esa populyatsiya cheksiz o'sishga yoki beqaror tebranishga moyil bo'lib, tizimda izchil barqarorlik kuzatilmaydi. Ushbu uch rejimning har biri turli shart-sharoitlarda yuzaga keladi va ularni matematik jihatdan tushuntirish muhim masala hisoblanadi.

Mazkur mavzuda asosiy e'tibor chiziqsiz populyatsiya modelining matematik tuzilmasi orqali ushbu uch rejimning qanday shakllanishiga qaratiladi. Kirish qismida yoritilgan muammo keyingi bo'limlarda aniq matematik ifodalar, tahlil va grafik tasvirlar yordamida izchil ochib beriladi hamda populyatsiya dinamikasini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi.

Populyatsiya dinamikasini tavsiflash uchun vaqtga bog'liq bo'lgan chiziqsiz differensial tenglama tanlanadi. Modelning asosiy o'zgaruvchisi populyatsiya sonini ifodalovchi funksiya bo'lib, u vaqt davomida qanday o'zgarishini aks ettiradi. O'sish jarayoni ichki ko'payish tezligi bilan belgilanadi, biroq bu tezlik cheksiz emas, chunki muhit sig'imi va resurslar chegaralangan. Shu sababli tenglamada o'sishni sekinlashtiruvchi chiziqsiz had kiritiladi, u populyatsiya soni ortgani sari ta'siri kuchayib boradi.

Model parametrlarining biologik mazmuni aniq belgilab olinadi. O'sish koeffitsienti populyatsiyaning tabiiy ko'payish imkoniyatini ifodalasa, chiziqsiz cheklovchi had muhitning sig'imi va ichki raqobatni aks ettiradi. Parametrlar qiymati o'zgarganda tizimning xatti-harakati keskin farqlanishi mumkin, shu bois ularning ta'siri alohida tahlil qilinadi. Bu yondashuv populyatsiya qaysi sharoitda so'nishga, qaysi holatda barqarorlashishga yoki beqaror o'sishga o'tishini aniqlash imkonini beradi.

Tahlil jarayonida avvalo muvozanat holatlari aniqlanadi, ya'ni populyatsiya soni vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladigan nuqtalar topiladi. Ushbu nuqtalarning turg'un yoki beqaror ekanligi kichik buzilishlar orqali tekshiriladi. Agar kichik og'ishlardan so'ng tizim yana muvozanat holatiga

qaytsa, u barqaror rejim sifatida qaraladi, aks holda esa beqaror holat yuzaga keladi. Shu usul orqali uch xil rejimning matematik shartlari izchil asoslanadi.

Analitik tahlilni yanada tushunarli qilish maqsadida vaqt bo'yicha yechimlarning xatti-harakatini aks ettiruvchi grafik tasvirlardan foydalaniladi. Bu grafiklar populyatsiya sonining vaqtga bog'liq o'zgarishini ko'rsatib, parametrlar almashganda tizim qanday rejimga o'tishini yaqqol namoyon etadi. Keyingi bo'limda aynan ushbu yondashuv asosida olingan natijalar ketma-ket yoritiladi va har bir rejim alohida sharhlanadi.

Tanlangan chiziqsiz populyatsiya modeli asosida o'tkazilgan tahlil natijalari populyatsiya dinamikasida uchta mutlaqo farqli rejim mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu rejimlar model parametrlarining qiymatlariga bevosita bog'liq bo'lib, populyatsiyaning vaqt davomida qanday xatti-harakat namoyon etishini aniq ifodalaydi. Har bir holat matematik jihatdan izchil tavsiflanadi va biologik mazmun bilan uyg'unlashadi.

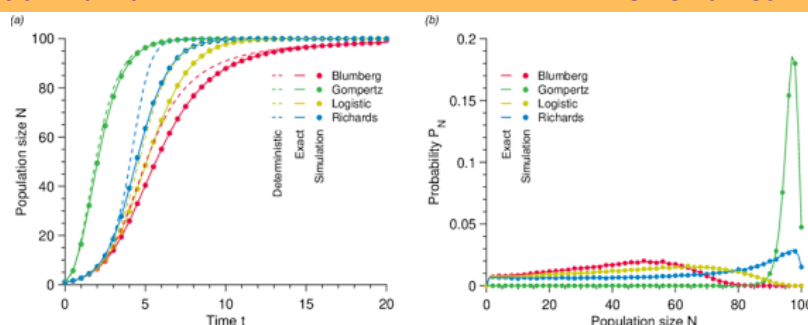
Birinchi rejim populyatsiyaning so'nish holati bilan xarakterlanadi. Bu vaziyatda o'sish koeffitsienti yetarlicha kichik yoki cheklovchi omillar haddan tashqari kuchli bo'ladi. Natijada populyatsiya soni vaqt o'tishi bilan muntazam ravishda kamayib boradi va nolga yaqinlashadi. Matematik nuqtai nazardan, nolga teng muvozanat holati barqaror bo'lib, boshlang'ich qiymat qanday bo'lishidan qat'i nazar, yechimlar ushbu holatga intiladi. Ushbu rejim ekologik muhitda resurs tanqisligi, yuqori o'lim darajasi yoki moslashuvning sustligi bilan izohlanadi.

Ikkinchi rejim barqaror muvozanat holati sifatida namoyon bo'ladi. Bu holatda populyatsiya dastlab o'sadi yoki kamayadi, biroq vaqt o'tishi bilan ma'lum bir musbat qiymat atrofida barqarorlashadi. Mazkur qiymat muhit sig'imini ifodalovchi muvozanat nuqtasi bo'lib, unga yaqinlashish jarayoni chiziqsiz hadlar orqali ta'minlanadi. Kichik buzilishlar kiritilganda ham populyatsiya yana shu muvozanat holatiga qaytadi, bu esa rejimning turg'unligini ko'rsatadi. Ushbu holat tabiiy ekotizimlarda eng ko'p uchraydigan holat bo'lib, populyatsiya va muhit o'rtasidagi muvozanatni ifodalaydi.

Uchinchi rejim parametrlarning ma'lum qiymatlarida yuzaga kelib, populyatsiyaning cheksiz o'sishi yoki beqaror tebranishi bilan tavsiflanadi. Bunday vaziyatda cheklovchi omillar yetarlicha kuchli bo'lmaydi yoki o'sish tezligi juda yuqori bo'ladi. Natijada populyatsiya soni nazoratdan chiqib boradi yoki vaqt bo'yicha tartibsiz tebranishlar kuzatiladi. Matematik jihatdan bu holat muvozanat nuqtalarining beqarorligi bilan izohlanadi. Amaliy jihatdan esa bunday rejim real muhitda uzoq vaqt saqlanib qolmasligi, tizimning izdan chiqishi yoki tashqi omillar ta'sirida keskin o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi.

Quyidagi rasmda chiziqsiz populyatsiya modelining uch xil rejimi grafik ko'rinishda tasvirlangan bo'lib, populyatsiya sonining vaqtga bog'liq o'zgarishi yaqqol aks ettirilgan.





Grafik tasvirlar orqali har bir rejimning farqi aniq ko'rinadi: birinchi holatda yechimlar nolga intiladi, ikkinchi holatda ular barqaror qiymat atrofida jamlanadi, uchinchi holatda esa tizim barqaror holatni saqlab qola olmaydi. Ushbu natijalar chiziqsiz populyatsiya modellari real jarayonlarni tavsiflashda naqadar muhim ekanini ko'rsatadi va keyingi bo'limda ularni kengroq talqin qilish imkonini beradi.

Olingan natijalar chiziqsiz populyatsiya modelining murakkab, ammo real jarayonlarga yaqin xatti-harakatini yaqqol namoyon etadi. Populyatsiya dinamikasida kuzatilgan uch rejim tasodifiy emas, balki model parametrlarining o'zaro nisbatiga qat'iy bog'liq holda shakllanadi. Shu jihatdan, chiziqsiz yondashuv populyatsiyaning faqat o'sish tezligini emas, balki uning muhit bilan o'zaro ta'sirini ham to'liqroq ifodalash imkonini beradi.

So'nish rejimi tahlili shuni ko'rsatadiki, agar resurslar yetarli bo'lmasa yoki yo'qotish darajasi o'sishdan ustun bo'lsa, populyatsiya boshlang'ich holatidan qat'i nazar barqaror ravishda kamayadi. Bu holat matematik nuqtai nazardan nol muvozanat holatining turg'unligi bilan ifodalanadi. Amaliy jihatdan esa bunday rejim ekologik muhitning keskin yomonlashuvi, tashqi bosimlar yoki moslashuv mexanizmlarining sustligi bilan mos keladi. Ushbu holat chiziqli modellar orqali to'liq tushuntirib bo'lmaydigan jarayonlarni ochib beradi.

Barqaror muvozanat rejimi esa chiziqsiz modelning eng muhim afzalliklaridan birini ifodalaydi. Bu holatda populyatsiya o'sishi muhit sig'imi bilan tabiiy ravishda cheklanadi va tizim o'z-o'zini muvozanatda ushlab turadi. Matematik tahlil shuni ko'rsatadiki, muvozanat nuqtasining turg'unligi kichik buzilishlarga nisbatan barqarorlikni ta'minlaydi. Biologik jihatdan bu jarayon populyatsiya va resurslar o'rtasidagi muvozanatni, ya'ni uzoq muddatli barqaror yashash imkoniyatini ifodalaydi.

Beqaror o'sish yoki tebranish rejimi esa modelning ehtiyotkorlik bilan talqin qilinishi zarurligini ko'rsatadi. Nazariy jihatdan cheksiz o'sish mumkin bo'lsa-da, real sharoitda bunday holat deyarli uchramaydi. Bu rejim tashqi omillar yoki modelga kiritilmagan cheklovlar hisobga olinmaganda yuzaga keladi. Shuning uchun ushbu holat chiziqsiz populyatsiya modelining chegaralarini va uni yanada murakkablashtirish zaruratini ko'rsatib beradi.

Aynan shu rejim populyatsiya tizimlarida beqarorlik qanday yuzaga kelishini tushunishda muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, muhokama natijalari chiziqsiz populyatsiya modeli real ekologik jarayonlarni tavsiflashda samarali vosita ekanini tasdiqlaydi. U nafaqat populyatsiya sonining vaqt bo'yicha o'zgarishini, balki tizimning barqaror yoki beqaror holatga o'tish mexanizmlarini ham tushuntirib bera oladi. Keyingi yakuniy qismda ushbu xulosalar umumlashtiriladi va mavzuning asosiy g'oyalari bir butun holda jamlanadi.

Xulosa. Chiziqsiz populyatsiya modeli asosida olib borilgan tahlil populyatsiya dinamikasini tushunishda muhim nazariy va amaliy xulosalarga olib keladi. Ushbu yondashuv orqali populyatsiyaning vaqt davomida faqat o'sishi emas, balki uning barqarorlashuvi yoki butunlay so'nib borishi kabi holatlar yagona matematik tizim doirasida izchil tushuntiriladi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, populyatsiya xatti-harakati asosan model parametrlarining o'zaro nisbatiga bog'liq bo'lib, kichik o'zgarishlar ham tizim rejimini tubdan o'zgartirishi mumkin.

So'nish rejimi populyatsiyaning resurslar yetishmovchiligi yoki tashqi bosimlar ta'sirida barqaror ravishda kamayishini ifodalaydi. Bu holat chiziqsiz modellashtirish orqali nol muvozanat holatining turg'unligi bilan aniq asoslanadi. Barqaror muvozanat rejimi esa populyatsiya va muhit o'rtasidagi muvozanat mexanizmini ochib beradi, bunda populyatsiya soni ma'lum chegaradan oshmaydi va uzoq muddatli barqarorlik ta'minlanadi. Ushbu holat real ekologik tizimlarga eng yaqin rejim sifatida talqin qilinadi.

Uchinchi rejim — beqaror o'sish yoki tebranish holati — chiziqsiz modelning imkoniyatlari bilan bir qatorda uning chegaralarini ham ko'rsatadi. Nazariy jihatdan cheksiz o'sish ehtimoli mavjud bo'lsa-da, real sharoitda bunday holat qo'shimcha cheklovlar sababli uzoq davom etmaydi. Shu sababli ushbu rejim populyatsiya tizimlarida beqarorlikning yuzaga kelish sabablarini tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, chiziqsiz populyatsiya modelining uch turdagi rejimini tahlil qilish populyatsiya jarayonlarini chuqurroq anglash, ularning barqarorligi va beqarorligini baholash hamda kelgusida yanada murakkab modellar yaratish uchun mustahkam nazariy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Murray J. D. *Mathematical Biology I: An Introduction*. — 3rd ed. — New York: Springer, 2002. — 551 p.
2. Edelstein-Keshet L. *Mathematical Models in Biology*. — New York: McGraw-Hill, 1988. — 586 p.
3. Berryman A. A. *Population Systems: A General Introduction*. — New York: Plenum Press, 1992. — 222 p.
4. Kot M. *Elements of Mathematical Ecology*. — Cambridge: Cambridge University Press, 2001. — 453 p.
5. Braun M. *Differential Equations and Their Applications*. — 4th ed. — New York: Springer, 1993. — 510 p.

