

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA`LIM VAZIRLIGI

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI

Magistratura bo`limi

Qo`lyozma huquqida
UDK: 517.98

SAYLIYEVA GULRUX RUSTAM QIZI

DINAMIK EKOSISTEMALARNING EVOLUTSION
OPERATORLARI

Mutaxassislik: 5A130101 Matematika (yo`nalishlar bo`yicha)

Magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

DISSERTATSIYA

Ilmiy rahbar:

f. m. f. d., professor, Rozikov U.A.

Buxoro - 2020

Dissertatsiya Buxoro davlat universiteti “matematika”
kafedrasida bajarilgan

Ilmiy rahbar

Imzo	Ilmiy darajasi va unvoni,	F. I. SH
------	---------------------------	----------

Kafedra mudiri

Imzo	Ilmiy darajasi va unvoni,	F. I. SH
------	---------------------------	----------

Magistratura bo`limi boshlig`i

Imzo	Ilmiy darajasi va unvoni,	F. I. SH
------	---------------------------	----------

Dinamik ekosistemalarning evolutsion operatorlari
Mavzusidagi magistrlik dissertatsiyasi

ANNOTATSIYASI

Tayanch soʻzlar : Ekosistema, tabiiy va sunʼiy ekosistema, biogeotsenoz, populyatsiya, dinamik sistemalar, evolutsion operator, ozod populyatsiya, Volterra kvadratik stoxastik operatori, simpleks, qoʻzgʻalmas nuqta, tortuvchi qoʻzgʻalmas nuqta, boshlangʻich qoʻzgʻalmas nuqta, itaruvchi qoʻzgʻalmas nuqta, egar qoʻzgʻalmas nuqta, yakobian, harakat trayektoriyasi, chegaraviy nuqta .

Tadqiqot obyektlari: Ozod populyatsiyaning evolutsion operatori, dinamik sistemalar, evolutsion operatorlarning biologiyadagi ahamiyati va mazmun-mohiyati , bir okean ekosistemasining evolutsion operatori va uning qoʻzgʻalmas nuqtalari, ularning tipi va chegaraviy nuqtalari.

Ishning maqsadi: Ushbu magistrlik dissertatsiyasining asosiy maqsadi, ekosistemani tashkil etuvchi organizmlarning populyatsiyasini ifodalovchi evolutsion operatorlarni oʻrganish , ularning biologiya fanidagi ahamiyati va oʻrmini aniqlash , operatorlar ustida matematik hisoblashlar olib borib, organizmlarning maʼlum vaqtdan keyingi algebraik strukturalari, zararlangan mutatsiyalar populyatsiyasining oʻzgarishi yoki saqlanib qolishi, genetik oʻziga xos belgilarning avloddan-avlodga oʻtishi jarayonlarni oʻrganish.

Tadqiqot metodlari: Dissertatsiyani yozish jarayonida koʻplab matematik metodlardan, xususan, taqqoslash, tajriba va kuzatish, analiz va sintez, umumlashtirish, induksiya va analogiya, abstraktsiyalash va xulosa chiqarishlardan keng foydalanishga harakat qilindi.

Olingan natijalar va ularning yangiligi: Ushbu dissertatsiyada bir okean ekosistemasining evolutsion operatori, uning qo`zg`almas nuqtalari, ularning tipi va chegarasi o`rganildi.

Amaliy ahamiyati: Ushbu dissertatsiyada yoritilgan mavzu bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ya`ni unda bevosita tabiat bilan bog`liq masalalarning yechimlaridan biri, organizmlarning dinamik sistemalari hosil qilgan evolutsion operatorlari ustida izlanishlar olib borilib , ma`lum turdagi organizmlarning kelajakdagi holati haqida fikr yuritiladi.

Tadbiq etish darajasi va iqtisodiy samaradorligi: Bugungi kunda evolutsion operatorlarni o`rganish va olingan natijalardan keng foydalanish jadal su`ratda rivojlanib bormoqda.

**Qo`llanish sohasi:** Ushbu dissertatsiyada o`rganilgan mavzudan olingan natijalar biologiya, ekologiya va geologiya sohalarida foydalanish mumkin.

АННОТАЦИЯ

Ключевые слова: экосистема, природная экосистема, биогеоценоз, популяция, динамические системы, эволюционный оператор, свободная популяция, квадратичный стохастический оператор Вольтерра, симплекс, неподвижная точка, гравитационная неподвижная точка, начальная неподвижная точка, толкающая неподвижная точка, неподвижная точка седла, якобиан, траектория движения, граничная точка.

Объекты исследования: эволюционный оператор свободной популяции, динамические системы, значение и содержание эволюционных операторов в биологии, неподвижные точки эволюционного оператора биоэкосистемы, их тип и граничные точки.

Цель работы: Основная цель магистерской диссертации - изучить эволюционные операторы, представляющие популяции организмов, составляющих экосистему, определить их значение и место в биологии, выполнить математические вычисления над операторами, изучить алгебраические структуры. организмов с течением времени, для изучения процессов изменения или сохранения, передачи генетических признаков из поколения в поколение.

Методы исследования: в процессе написания диссертации использовалось много математических методов, в частности, сравнение, эксперимент и наблюдение, анализ и синтез, обобщение, индукция и аналогия, абстракция и логический вывод.

Полученные результаты и их новизна: В данной диссертации изучается эволюционный оператор океанической экосистемы, ее неподвижные точки, их тип и границы.

Практическая значимость: Тема, рассматриваемая в диссертации, является одной из наиболее актуальных на сегодняшний день. То есть, это одно из решений проблем, непосредственно связанных с природой, изучения эволюционных операторов, образованных динамическими системами организмов, и будущего состояния некоторых типов организмов.

Степень внедрения и экономическая эффективность: сегодня изучение эволюционных операторов и широкое использование полученных результатов развивается быстрыми темпами.

Область применения: результаты диссертации могут быть использованы в биологии, экологии и геологии.

ANNOTATION

Key words: Ecosystem, natural ecosystem, biogeocenosis, population, dynamics systems, evolutionary operator, free population, Volterra quadratic stochastic operator, simplex, fixed point, gravitational fixed point, starting point fixed point, pushing fixed point, saddle fixed point, jacobian, trajectory of motion, boundary point.

Subjects of research: The evolutionary operator of a free population, dynamic systems, the importance and content of evolutionary operators in biology, the immovable points of the evolutionary operator of the bio ecosystem, their type and boundary poin

Purpose of work: The main purpose of this master's dissertation is to study the evolutionary operators representing the populations of organisms that make up the ecosystem, to determine their importance and place in biology, to perform mathematical calculations on operators, to study the algebraic structures of organisms over time, to study of the processes of change or preservation, the transmission of genetic traits from generation to generation.

Methods of research: In the process of writing the dissertation, many mathematical methods were used, in particular, comparison, experiment and observation, analysis and synthesis, generalization, induction and analogy, abstraction and inference.

The results obtained and their novelty: In this dissertation the evolutionary operator of an oceanic ecosystem, its fixed points, their type and boundaries are studied.

Practical value: The topic covered in this dissertation is one of the most topical issues today. That is, it is one of the solutions to problems directly related to

nature, the study of the evolutionary operators formed by the dynamic systems of organisms, and the future state of certain types of organisms.

Degree of embed and economic efficiency: Today, the study of evolutionary operators and the widespread use of the results obtained is developing rapidly.

Field of application: The results of the dissertation can be used in biology, ecology and geology.

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BOB . EKOSISTEMALAR	12
1.1. Ekosistema tushunchasi. Ekosistema to`g`risidagi ta`limot.....	12
1.2. Ekosistemaning tuzilishi va uning turlari	17
I BOB bo`yicha xulosa	23
II BOB. EVOLUTSION OPERATORLAR.....	24
2.1. Ozod populyatsiyaning evolutsion operatori.....	24
2.2. Qo`zg`almas nuqtalar	37
II BOB bo`yicha xulosa	53
III BOB . OKEAN EKOSISTEMASINING EVOLUTSION O`ZGARISHI	54
3.1. Okean ekosistemasining diskrit vaqt davomida o`zgarish operatori.	54
3.2. Okean ekosistemasining evolutsion operatorining qo`zg`almas nuqtalari, ularning nomlanishi, biologik talqini.	62
III BOB bo`yicha xulosa	75
XULOSA VA TAKLIFLAR	76
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO`YXATI	77
ILOVALAR	81

KIRISH

Bukilmas iroda va jasorat namunasini amalda namoyon etib, o'z hayotini aziz Vatanimizning har tomonlama ravnaq topishi, bugungi tinch va osoyishta kunlar uchun jonini fido qilgan ajdodlarning muqaddas xotirasini yod etib, ezgu ishlarini davom ettirish, safimizda yurgan keksalarni e'zozlash — odamiylikning eng oliy mezoni va bizga tinchlik, omonlik kerak, deb yashaydigan bag'rikeng va olijanob xalqimizga xos azaliy qadriyatdir.

Shavkat Mirziyoyev.

Bugungi kunda yurtimizda ilm-fan taraqqiyoti, xalqimizning tinch-osuda, baxtli kelajagining ertangi egalari hisoblanuvchi biz yoshlarning o'z tanlagan sohamizning yetuk mutaxasisi bo'lib yetishishimiz yo'lida dunyo havas qilsa arzigulik keng imkoniyatlar yaratilib berilmoqda. So'zimiz misoli sifatida kundan – kun qad rostlab ko'zimizni quvontirayotgan, ulkan, zamonaviy texnologiyalar bilan jihozlangan, turli yoshdagi yoshlarga mo'ljallangan ta'lim-tarbiya maskanlarini, ilmiy-ijod maktablarini, oliygohlarni sanab sanog'iga yetolmaymiz. Biz yoshlardan faqatgina qunt bilan o'qish va yana o'qish talab qilinadi, xolos. Shu o'rinda yurtboshimizning quyidagi so'zlarini eslaymiz.

“Barchamizga ma'lumki, har bir suveren davlat o'zining betakror tarixi va madaniyatiga egadir. Bu tarix, bu madaniyatning haqiqiy ijodkori, yaratuvchisi esa haqli ravishda shu mamlakat xalqi hisoblanadi. O'zbekistonimizning ko'p asrlik tarixi va keyingi 25 yillik rivojlanish davri, o'z davlat mustaqilligi va suverenitetini mustahkamlashga qaratilgan taraqqiyoti bu haqiqatni yana bir bor

yaqqol tasdiqlab berdi. Ana shu bunyodkorlik jarayonining qudratli va hal qiluvchi kuchi, hech shubhasiz, ko'pmillatli xalqimizdir. O'zbek xalqining necha ming yillik tarixida qanday murakkab davrlar, og'ir sinovlar bo'lganini barchamiz yaxshi bilamiz. O'zbekistonning eng yangi tarixi va biz erishgan olamshumul yutuqlar, mard va matonatli xalqimiz har qanday qiyinchilik, to'siq va sinovlarni o'z kuchi va irodasi bilan yengib o'tishga qodir, deb baralla aytishga to'la asos beradi. Biz ajdodlarimizning yorqin xotirasini asrab-avaylab, qalbimizda, yuragimizda abadiy saqlaymiz. Bukilmas iroda, fidoyilik va jasorat namunasini amalda namoyon etib, o'z hayotini aziz Vatanimizning har tomonlama ravnaq topishiga bag'ishlagan ustoz va murabbiylarimiz, zamon-doshlarimiz bilan biz cheksiz faxrlanamiz.

Barchamizga ayonki, O'zbekiston boy qazilma va tabiiy resurslarga, qudratli iqtisodiy va insoniy salohiyatga ega. Biroq bizning eng katta boyligimiz - bu xalqimizning ulkan intellektual va ma'naviy salohiyatidir. Bu salohiyatni yaratish va yanada ko'paytirishda hurmatli ziyolilarimiz - ilm-fan va texnika namoyondalari, birinchi navbatda qadrlil va hurmatli akademiklarimiz, madaniyat, adabiyot va san'at, sport sohalarining vakillari butun vujudini berib, fidokorona mehnat qilayotganlarini biz yaxshi bilamiz va yuksak qadrlaymiz. Ana shu zahmatkash insonlarning ilmiy va ijodiy izlanishlarini har tomonlama qo'llab-quvvatlash, ular uchun zarur shart-sharoitlar yaratishni biz o'zimizning birlamchi vazifamiz sifatida ko'rishimiz darkor. Shu maqsadda hukumatimiz tomonidan aniq chora-tadbirlar ishlab chiqiladi va amalga oshiriladi. Bugungi kunda «Farzandlarimiz bizdan ko'ra kuchli, b

ilimli, dono va albatta baxtli bo'lishlari shart!» degan hayotiy da'vat har birimizning, ota-onalar va keng jamoatchilikning ongi va qalbidan mustahkam o'rin egallagan. Hozirgi vaqtda mamlakatimiz aholisining 32 foizini yoki 10 millionini 30 yoshgacha bo'lgan yoshlarimiz tashkil etadi. Yoshlarimiz haqli ravishda Vatanimizning kelajagi uchun javobgarlikni zimmasiga olishga qodir bo'lgan, bugungi va ertangi kunimizning hal etuvchi kuchiga aylanib borayotgani

barchamizga g`urur va iftixor bag`ishlaydi. Bu sohada olib borayotgan keng miqyosli ishlarimizni, xususan, ta`lim-tarbiya bo`yicha qabul qilingan umummilliy dasturlarimizni mantiqiy yakuniga yetkazishimiz zarur.

Shu maqsadda Hukumatning, tegishli vazirlik va idoralar hamda butun ta`lim tizimining, hurmatli domlalarimiz va professor-o`qituvchilarning eng muhim vazifasi - yosh avlodga puxta ta`lim berish, ularni jismoniy va ma`naviy yetuk insonlar etib tarbiyalashdan iboratdir. Farzandlarimiz uchun zamonaviy ish joylari yaratish, ularning hayotda munosib o`rin egallashini ta`minlashga qaratilgan ishlarimizni yangi bosqichga ko`tarishni davrning o`zi taqozo etmoqda. Biz yoshlarga doir davlat siyosatini hech og`ishmasdan, qat`iyat bilan davom ettiramiz. Nafaqat davom ettiramiz, balki bu siyosatni eng ustuvor vazifamiz sifatida bugun zamon talab qilayotgan yuksak darajaga ko`taramiz. Yoshlarimizning mustaqil fikrlaydigan, yuksak intellektual va ma`naviy salohiyatga ega bo`lib, dunyo miqyosida o`z tengdoshlariga hech qaysi sohada bo`sh kelmaydigan insonlar bo`lib kamol topishi, baxtli bo`lishi uchun davlatimiz va jamiyatimizning bor kuch va imkoniyatlarini safarbar etamiz.

Har bir davlat xizmatchisi o`zining burchi va majburiyatini aniq-ravshan bilishi, sodda qilib aytganda, o`z aravasini o`zi tortishi lozim. Bu - zamon talabi. Oldimizga qo`ygan maqsad-muddaolarga yetish uchun bu ishlarni o`zimiz qilmasak, boshqa hech kim bizga chetdan kelib qilib bermaydi. Shu nuqtai nazardan qaraganda, kadrlarning amaliy zaxirasini shakllantirish, ularni tayyorlash va qayta tayyorlashning muhim masalalarini o`z ichiga oladigan maqsadli dasturni ishlab chiqish vaqti keldi, deb o`ylayman. Asosiy vazifa - bu yuqori kasb mahorati va zamonaviy tafakkurga ega, puxta o`ylangan, har tomonlama to`g`ri qarorlar qabul qila oladigan, belgilangan maqsadlarga erishadigan rahbarlar va mansabdor shaxslarning yangi tarkibini shakllantirishdan iborat. Bu borada hududiy boshqaruv organlari, eng avvalo, mamlakatimiz tuman va shaharlari hokimliklari uchun malakali kadrlar tayyorlashga alohida e`tibor qaratish zarur. Buning uchun oliy ta`lim muassasalari tizimi bilan birga,

mamlakatimizdagi 6 ta akademiya, Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Korporativ boshqaruv ilmiy- ta'lim markazi kabi tashkilotlarning ilmiy-amaliy salohiyati va imkoniyatlarini yanada faol safarbar etish darkor. Shu o'rinda aytish kerakki, Prezident huzuridagi Davlat boshqaruvi akademiyasi o'ziga yuklatilgan vazifani mutlaqo uddalamayapti, desak, to'g'ri bo'ladi. Shuning uchun ushbu akademiya ham, uning ish uslubini ham tubdan o'zgartirish va rahbar kadrlarini qayta ko'rib chiqish lozim. Tajribali pedagog va mutaxassislarini jalb etgan holda, o'quv reja va dasturlarini tubdan qayta ko'rib chiqish zarur. Oldimizda yoshlarga tarbiya berish, psixologiya va boshqa turli sohalarda kadrlarni tayyorlash va qayta tayyorlash bo'yicha murakkab vazifalar turibdi. Umumta'lim maktablari, litsey va kasb-xunar kollejlari, shuningdek, oliy o'quv yurtlaridagi o'qitish sifati bilan bog'liq, zamonaviy o'quv reja va uslublarini joriy etish talab darajasida emas. Bolalar va yoshlarga maxsus fanlar, mamlakatimiz va jahon sivilizatsiyasi tarixini, xorijiy tillarni va zamonaviy kompyuter dasturlarini chuqur o'rgatish vazifalari hali sifatli va to'liq holda yechilgani yo'q. Yana bir muammoni hal etish ham o'ta muhim hisoblanadi: bu - pedagoglar va professor-o'qituvchilar tarkibining professional darajasi, ularning maxsus bilimlaridir. Bu borada ta'lim olish, ma'naviy-ma'rifiy kamolot masalalari va haqiqiy qadriyatlarini shakllantirish jarayonlariga faol ko'mak beradigan muhitni yaratish zarur. Ta'lim muassasalarini, eng avvalo, kasb-hunar kollejlarini okilona joylashtirishni, shuningdek, iqtisodiyot, ijtimoiy soha va har bir hududning zarur mutaxassislarga bo'lgan talabini to'g'ri aniqlashni tanqidiy tahlil qilishdir” .

Yurtboshimizning ta'lim tizimini yanada takomillashtirish borasida qator qaror va farmonlari hayotga tadbiiq qilinmoqda. Xususan ushbu qarorda¹ ham

“Mamlakatimizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish bo'yicha ustuvor vazifalarga muvofiq kadrlar tayyorlashning mazmunini tubdan qayta ko'rib

¹ Shavkat Mirziyoyev 2017-yil 20-apreldagi “Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PQ-2909-son qarori.

chiqish, xalqaro standartlar darajasida oliy ma'lumotli mutaxassislar tayyorlashga zarur shart-sharoitlar yaratish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 20-apreldagi "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-2909-son qarori qabul qilindi.

Mazkur qaror bilan oliy ta'lim darajasini sifat jihatidan oshirish va tubdan takomillashtirish, oliy ta'lim muassasalarining moddiy-texnika bazasini mustahkamlash va modernizatsiya qilish, zamonaviy o'quv-ilmiy laboratoriyalari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan jihozlash bo'yicha Oliy ta'lim tizimini 2017 — 2021-yillarda kompleks rivojlantirish dasturi tasdiqlandi.

Shu bilan birga, respublikamiz hududlarini ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish uchun zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali kadrlarni o'z vaqtida zarur ixtisosliklar bo'yicha iqtisodiyot sohalari va tarmoqlari ehtiyojidan kelib chiqqan holda tayyorlash, oliy ta'lim mazmunini bevosita korxonalar, muassasalardagi texnika, texnologiya, ishlab chiqarish munosabatlariga hamda istiqbolli rivojlanish dasturlariga muvofiq shakllantirish, kadrlarni egallagan kasbi va mutaxassisligi bo'yicha ishga joylashtirishga doir qator dolzarb masalalar to'liq yechimini topmagan.

Xususan, Birlashgan Millatlar Tashkilotining Ta'lim, fan va madaniyat masalalari bo'yicha qo'mitasi (UNESCO) va konsalting tashkiloti (DGP Research & Consulting) hamkorligida jalb qilingan nufuzli xorijiy ekspertlar guruhi tomonidan 2017-yilning yanvar — iyun oylarida O'zbekiston Respublikasi ta'lim tizimini kompleks o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tahlillar natijalari asosida berilgan xulosalarda oliy ta'lim jarayonida nazariya va amaliyot yaxlitligi ta'minlanmaganligi, talabalarning malakaviy amaliyotlarini ishlab chiqarish korxonalarida o'tkazish samarali tashkil etilmagani oqibatida bitiruvchilarning aksariyat qismi tayyor mutaxassis bo'lib chiqish o'rniga, ishga joylashgandan keyin qaytadan o'z kasbini, mutaxassisligini o'rganayotganligi, shuningdek, ta'lim sifatini nazorat qilish mexanizmi zamonaviy talablarga javob bermasligi,

ta'lim muassasalarida malakali pedagog va boshqaruv kadrlarining yetishmasligi, xorijiy ta'lim muassasalari bilan samarali hamkorlik yetarlicha yo'lga qo'yilmaganligi kabi kamchiliklar qayd etilgan.

Bundan tashqari, iqtisodiyot sohalarining istiqbolda kadrlar tayyorlashga buyurtmalarini shakllantirish, bitiruvchilarga qo'yiladigan malakaviy talablarni ishlab chiqish, tarmoqqa zarur bo'lgan mutaxassislarni tayyorlash sifatini ta'minlash jarayonidagi ishtiroki talabga javob bermaydi. Oliy ta'lim dasturlarining o'zgaruvchan mehnat bozori talablariga hamohangligini ta'minlash uchun ish beruvchilar tomonidan tizimli ishlar amalga oshirilmayapti.

Oliy ta'lim — ilm-fan — ishlab chiqarish o'rtasida uzilishlar mavjud, integratsiya ta'minlanmagan. Ilmiy-tadqiqot institutlari oliy ta'limda kadrlar tayyorlash jarayoniga zarur darajada jalb etilmagan, ularda ilmiy izlanishlar iqtisodiyot sohalarining real ehtiyojlaridan kelib chiqmasdan amalga oshirilmoqda. Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagog kadrlarning tizimli tayyorlanmasligi oliy ta'lim muassasalarining ilmiy salohiyatining pasayishiga olib kelmoqda.

Xorijiy ekspertlar guruhi tomonidan taklif etilgan tavsiyalarni inobatga olgan holda oliy ma'lumotli mutaxassislarni tayyorlash sifatini oshirishda iqtisodiyot sohaları va tarmoqlarining ishtirokini yanada kengaytirish orqali respublika oliy ta'lim tizimida yuqori malakali raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning mazmunini mamlakatning ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyoti istiqbollari, jamiyat ehtiyojlari, ilm-fan, madaniyat, texnika va texnologiyalarning zamonaviy yutuqlaridan kelib chiqqan holda tubdan takomillashtirish maqsadida:

1. Qayd etilsinki, Oliy ta'lim tizimini 2017 — 2021-yillarda kompleks rivojlantirish dasturiga muvofiq "O'zbekiston Respublikasi Prezidentining istiqbolli yosh pedagog va ilmiy kadrlarning malakasini oshirish "Iste'dod" jamg'armasi faoliyatini yanada takomillashtirish to'g'risida" 2017-yil 27-iyulda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-5121-son Farmoni va "O'zbekiston

Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Ta'lim sifatini nazorat qilish davlat inspeksiyasi faoliyatini tashkil etish to'g'risida" 2017-yil 18-iyulda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 515-son qarori qabul qilindi.

2. Iqtisodiyot sohalari va tarmoqlarini oliy ta'lim tizimidagi kadrlar tayyorlash jarayoniga keng jalb etish, ularning ta'lim muassasalari bilan samarali hamkorligini ta'minlash uchun respublika oliy ta'lim muassasalari O'zbekiston Respublikasi Bosh vaziri, Bosh vazirning o'rinbosarlari — kompleks rahbarlari, mutasaddi rahbarlarga tarmoq (soha)lar bo'yicha tegishligiga ko'ra 1-ilovaga muvofiq biriktirilsin.

3. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining komplekslari rahbarlari, tegishli vazirliklar va idoralar rahbarlari quyidagi asosiy vazifalarni amalga oshirish chora-tadbirlarini ko'rsinlar:

Bir oy muddatda kadrlar buyurtmachilari va oliy ta'lim muassasalari bilan hamkorlikda mutaxassislar tayyorlash mazmuni, bitiruvchilarning bilim va ko'nikmasiga qo'yiladigan talablarni mujassamlashtiruvchi oliy ta'lim yo'nalishlari va mutaxassisliklarining malakaviy talablari, o'quv rejalari va dasturlarini soha ehtiyojidan kelib chiqib, yangidan ishlab chiqish hamda tasdiqlash;

ishlab chiqarish korxonalari va tashkilotlarining mutaxassislar tayyorlash sifatiga bo'lgan talablarini bevosita ta'lim mazmunini shakllantirish bilan shug'ullanadigan oliy ta'lim muassasalari profil kafedralarining professor-o'qituvchilari tomonidan tizimli o'rganib borilishini tashkil etish maqsadida stajirovkalar joriy qilish;..." ta'lim sifatini yaxshilash borasida ko'rilishi kerak bo'lgan chora tadbirlarni amalga oshirishni tegishli idoralarga vazifa qilib berganlar.

Mavzuning asoslanishi va uning dolzarbligi : Dissertatsiya ishida bugungi kunda dolzarb hisoblanuvchi masalalardan biri ustida izlanishlar olib

borilgan . Ekosistemalar , ulardagi populyatsiya holatining vaqt o`tishi davomida o`zgarib borishi , ularni tashkil etuvchi evolutsion operatorlarni matematik hisoblashlar orqali, ko`rilayotgan organizmlarning keyingi avlodlarining mavjudligi , xos belgilarini yoritishga harakat qilingan.

Tadqiqot obyekti va predmeti : Ushbu dissertatsiya ishining obyekti va predmetini dinamik ekosistemalar , ularning evolutsion operatorlari , operatorni tashkil etgan o`zgaruvchilarning harakat trayektoriyasi , qo`zg`almas nuqtalari, bu nuqtalarning tipi va chegaraviy nuqtalari , olingan natijalarning biologik mazmun-mohiyati tashkil etadi .

Tadqiqot maqsadi va vazifalari : Biologiyada organizmlarning populyatsiyasiga ularning evolutsion operatorlarining ahamiyatini o`rganish , bu operatorlar ustida matematik hisoblashlar olib borib biz ko`rilayotgan organizmlarning qaysi xususiyatlarini yorita olishimizni aniqlash.

Ilmiy yangiligi : Dissertatsiyada mavzudan kelib chiqilgan holda bir okean ekosistemasining evolutsion operatori ustida matematik hisoblashlar olib borilgan. Uning qo`zg`almas nuqtalari, ularning tiplari va chegaraviy nuqtalari aniqlangan.

Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari : Dissertatsiya ishida evolutsion operatorlarni tashkil etuvchi o`zgaruvchilar ,bu operator orqali ifodalanayotgan biror ekosistemadagi organizmlar turi deb faraz qilingan .

**Tadqiqot mavzusi bo`yicha adabiyotlar sharxi :** Ushbu dissertatsiyada juda ko`plab adabiyotlardan , xususan , genetik masalalarga oid adabiyotlardan , asosan ingliz tilidagi kitoblardan , ilmiy maqolalardan foydalanildi .

**Tadqiqotda qo`llanilgan metodikaning tavsifi :** Dissertatsiyani yozish jarayonida ko`plab matematik metodlardan, xususan , taqqoslash , tajriba va kuzatish, analiz va sintez , umumlashtirish , induksiya va analogiya , abstraksiyalash va xulosa chiqarishlardan keng foydalanishga harakat qilindi.

Tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati : Ushbu dissertatsiyada yoritilgan mavzu bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ya`ni unda bevosita tabiat bilan bog`liq masalalarning yechimlaridan biri , organizmlarning dinamik sistemalari hosil qilgan evolutsion operatorlari ustida izlanishlar olib borilib ma`lum turdagi organizmlarning kelajakdagi holati haqida fikr yuritiladi.

Ish tuzilmasining tavsifi : Ushbu dissertatsiya kirish qism , 3 ta bobni qamrab olgan bo`lib, 1-bobda ekosistemalar , ular to`g`risidagi ta`limotlar , ularning turlari haqida fikr yuritilgan. 2-bob shu kunga qadar genetika sohasida erishilgan izlanishlar natijasi , bilimlardan , olimlarimizning shu sohaga oid asarlaridan, ustozlarimizning ilmiy maqolalaridan foydalanilgan holda dinamik sistemalar ,ozod populyatsiyaning evolutsion operatori , uning qo`zg`almas nuqtalari ta`riflari , ularga oid teoremlar, lemma va natijalar keltirilgan. 3-bobda bevosita ilmiy rahbarim bilan birgalikda bir okean ekosistemasining evolutsion operatori ,uning qo`zg`almas nuqtalari , bu nuqtalarning tipini aniqlashda olingan natijalar keltirilgan. Har bir bob yuzasidan xulosalar berilgan.Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati keltirilgan.

I BOB . EKOSISTEMALAR

1.1. Ekosistema tushunchasi. Ekosistema to`g`risidagi ta`limot

“Ekosistema” so`zi yunoncha so`z bo`lib, “yashash joyi” , “uy” va “sistema” degan ma`nolarni anglatadi. Bir joyda, umumiy makonda hayot kechiradigan turli xil turlarning populyatsiyasi ekologik jamoani tashkil qiladi. Ekologik sistema deganda esa biz bir xil sharoitda yashaydigan organizmlar va ularning yashash muhiti majmuini tushunamiz. Ekosistemani juda ko`p olimlar o`rganishgan. O`z ishlarida u xususida izlanishlar, tadqiqotlar olib borishgan. Bu terminni ilk bor ingliz botanigi A. Tensli 1935-yilda taklif etgan. Har qanday ekosistemani tashkil etuvchi tarkibiy qismlari o`zaro qandaydir qonuniyat bilan bog`langan bo`ladi. A. Tensli ekosistema haqida quyidagicha fikr yuritgan:-“Ekosistema yer yuzining tabiiy biomuhit, umuman olganda organizmlarning yashash muhiti va fizik omillar majmui kiradi”. A. Tensli o`z tadqiqotlarida ekosistemani tashkil etuvchi barcha organizmlar hamda organizmlar bilan anorganik muhit o`rtasida sodir bo`ladigan turli xil tarzdagi moddalar almashinuvini o`rgangan.

Bu atamani A. Tenslidan keyin akademik V.N.Sukachev 1940-yilda ekosistema tushunchasini “biogeotsenoz” deb atashni taklif etdi. Biogeotsenoz odamlardan tashqari narsalarni ham qamrab oladi. Shu bilan bir qatorda biogeotsenoz vaqt o`tgan sari taraqqiy etib, o`zgarib turadi. Sodir bo`ladigan o`zgarishlar odamlar, muhit hamda uzoq koinot ta`sirida vujudga keladi. Biogeotsenozni tadqiq qilish, uni o`rganish qishloq xo`jaligi va o`rmon xo`jaligini rivojlantirishda muhim rol o`ynaydi.

Ekosistema tushunchasini o`lchami va murakkabligi bilan farqlanadigan obyektlarga nisbatan qo`llash mumkin. Masalan, ko`l, hovuz ekosistemi bilan birga suv tubi va sohil bo`yi o`simliklari ekosistemasini olishimiz mumkin. O`rmon ham bir alohida ekosistema sifatida qaraladi. Uning chegarasidagi har xil turdagi tuproqlar, chiriyotgan to`nkalar, to`shalma va boshqalarning o`zi ham alohida bir ekosistema sifatida qaralishi mumkin. Ko`p hollarda ekosistemani tirik organizmlar bilan ular yashaydigan muhitning notirik komponentlari sifatida

tushuniladi. Ekosistemaning tirik va notirik komponentlari o`rtasida konsumentlar, produtsentlar va redutsentlarning ishtiroki bilan moddalarning biotik aylanishi sodir bo`lib turadi. Ekosistemalar paydo bo`lishiga ko`ra ikki xil: tabiiy ekosistemalar- tabiat tomonidan tuhfa etilgan ekosistemalar; sun`iy ekosistemalar – inson qo`li bilan yaratilgan ekosistemalar kabi bo`ladi. Tabiiy ekosistemalarga, yuqorida keltirilgan misollar va ulardan tashqari okean ekosistemi, dengiz, orol, daryo, adir, tog`, antarktida, sahro va boshqa ko`plab ekosistemalar kirsa, sun`iy ekosistemalarga esa qishloq xo`jaligi dalalari, bog`lar, xiyobonlar, kanallar, suv omborlari, akvarium, issiqxonalar va shunga o`xshash ekosistemalar misol bo`la oladi. Ekosistemalar xususiyatiga ko`ra ham ikki xil: uzoq muddatli turg`un va qisqa muddatli turlarga bo`linadi. Uzoq muddatli turg`un ekosistemalar o`ziga xos xususiyatlarni uzoq vaqt davomida saqlab turuvchi efemer suv havzalari, qisqa muddatli ekosistemalar esa aksincha bo`lgan ko`lmak suvlaridir.

Istalgan ekosistema murakkablik darajasi qanday bo`lishidan qat`iy nazar, uni tashkil etuvchi turlar tarkibi, ularning biomassasi, unga kiruvchi jamiki organizmlarning soni, ayrim trofik guruhlarining o`zaro tashkil etgan nisbati, organik moddalarning hosil bo`lishi va parchalanishi, bu jarayonlarning sodir bo`lish tezligi orqali tavsiflanadi. Ekosistema chegarasida sodir bo`ladigan moddalar aylanishi jarayonlari turli darajada ro`y beradi. Ekosistema mavjud bo`lishi uchun atrof muhitdan nafaqat energiya, balki ko`p yoki oz miqdorda moddalar kelib turishi kerak. Olamni tashkil etgan barcha ekosistemalar birgalikda yer biosferasini tashkil etadi. Ekologik muammolar XX asrning o`rtalariga kelib, ancha keskinlashadi va shuning uchun ham ,ekosistemaning funksional xususiyatlarini o`rganish uchun tadqiqotlar keng ko`lamda olib borila boshlandi. Tadqiqot orqali o`rganilayotgan ekosistemaning mahsuldorligi, strukturasi va turg`unligini tushunib olish uchun ulardagi tropik bog`lanishni o`rganish muhim ahamiyatga ega. Ekosistemada moddalarning biologik transformatsiyasi tropik bog`lanish hisoblanadi. Tadqiqotlarning zamonaviy

usullaridan biri bo'lgan matematik modellash orqali bu jarayonlar intensivligi o'rganiladi. Ya'ni sodir bo'layotgan jarayonlarning samaradorligini miqdoriy jihatdan aniqlash, tabiiy resurslardan samarali foydalanish va odam yashaydigan muhitni saqlab qolish masalalarini hal etishda muhim ahamiyatga ega. Ekosistema terminining ma'nodoshi sifatida ko'pincha V.N.Sukachev taklif etgan biogeotsenoz so'zi ishlatiladi. Tirik organizmlar doimo boshqa organizmlar va o'lik tabiatning ta'sirida bo'lishi bilan birga o'zlari ham doimo ularga ta'sir etib turadi. Ana shunday ta'sir va o'zaro munosabatda bo'lgan organizmlarning populyatsiyalari biz ta'riflayotgan ekologik sistemalar ya'ni ekosistemalarni tashkil etadi. Biogeotsenoz tabiatning eng murakkab sistemalaridan biridir. Ma'lumki, biz fotosintezlovchi yashil o'simliklar va ximosintezlovchi mikroorganizmlarni- avtotrof organizmlar; hayvonlar, ko'pgina bakteriyalar, zambrug'lar va viruslarni geterotrofororganizmlar deb ataymiz. Avtotrof va geterotrof organizmlar biogeotsenozning tirik komponentlariga; tuproq va suv mineral resurslari, quyosh energiyasi esa biotsenozning jonsiz komponentlariga kiradi. Har qanday biotsenozda yerning geologik tuzilishi, suv rejimi, tuproq va iqlim sharoitlari unda o'sib unadigan o'simlik va unda yashaydigan hayvonlar bir-biriga mos va o'zaro bog'langan bo'ladi. Masalan, sahroda hech qachon soyasevar o'simliklar yoxud suvda yashovchi organizmlar bo'lmaydi. Sahromi, demak u issiq iqlim sharoitli ekosistema, unda faqat issiqsevar, issiqqa chidamli, namlikni o'zida ko'p muddatga saqlashi uchun tikanli o'simliklar va bu o'simliklar va ularning ildizlar bilan oziqlanuvchi, sudralib yuruvchi hayvonlar yashaydi.

Ekosistemaning mahsuldorlik darajasi boshqa ekosistemalar orqali o'tadigan energiya oqimi bilan belgilanadi. Quyosh energiyasi ekosistemadagi ilk mahsulotlarni paydo qiluvchi biotik komponentlar tomonidan o'zlashtiriladi. Dastlabki hosil qiluvchi komponentlar tomonidan to'planadigan energiya tezligi birlamchi mahsulot deb ataladi. Bu eng asosiy parameter hisoblanib, ekosistemadagi biomassa miqdori shunga bog'liqdir.

Quyosh energiyasi barcha o'simliklarga bir xil miqdorda tushmaydi. Quyoshdan tushuvchi energiya miqdori ko'pincha, geografik kenglikka va unda o'sib ungan o'simliklar taraqqiyot darajasiga bog'liqdir. O'simliklarga tushadigan quyosh energiyasining taxminan 95-99 %i issiqlikka aylanishi yoki suvni bug'latishga sarflangani tufayli darhol qaytariladi. Faqatgina bu energiyaning 1-5 % igina o'simliklardagi xlorofill tomonidan qabul qilinib organik moddalarni hosil qilishga sarflanadi. Qabul qilingan ushbu energiyaning taxminan 20 % i o'simliklarning nafas olishlari ya'ni bionafas uchun sarflanadi. Qolgan energiya esa organik moddalarni hosil qilishga sarflangan sof birlamchi mahsulot hisoblanadi. Birlamchi mahsulotning hosildorligi yozda qishga nisbatan ancha yuqori hisoblanadi.

Bir organizmning ikkinchi bir organizmni yeyishi orqali iste'mol qilingan organizm bir trofik darajadan ikkinchi trofik darajaga aylanadi. Hazm qilinmagan ovqat keyinchalik chiqarilib tashlanadi. Hayvonlar ham o'simliklar ham nafas olganida oziqlanish jarayonida va chiqindilarni chiqarish vaqtida ma'lum bir qism energiyani sarflaydi. Ushbu sarflangan energiyalardan qolgan energiya hayvon va o'imliklarning o'sib-rivojlanishi, ko'payishi va yashashi uchun sarflanadi.

Geterotrof organizmlar orqali hosil qilingan ya'ni to'plangan organik moddalar miqdori ikkilamchi mahsulot deyiladi. Ovqatlanish jarayonining har bir qismida ma'lum bir energiya sarflanadi. Bu jarayonni zanjir deb atasak, ko'pincha uning uzunligi yo'qotilgan energiya bilan belgilanadi. Quyoshdan o'simliklar tomonidan qabul qilingan yorug'lik energiyasining miqdori va dastlabki sof mahsulotga bo'lgan nisbati birmuncha kattadir. Hosil qilingan energiyaning organizmlararo bir-biriga o'tishi birlamchi o'tishga nisbatan anchagina samaralidir. Xususan, O't-o'lan, o'simliklardan hayvonlarga o'tadigan energiyaning o'rtacha effektivligi 10 % ni tashkil qilishi bilan bir qatorda, hayvonlardan hayvonlarga o'tadigan energiyaning effektivligi 20 % ni tashkil qiladi. Shuni ham aytib o'tish kerakki, o'txo'r hayvonlarda yirtqichlarga qaraganda hazm qilish effektivligi past bo'ladi, chunki o'simliklarda ko'proq

yogʻochlik va tselyulloza boʻlib, bu hayvonlar organizmida yaxshi hazm boʻlmaydi, natijada energiya juda oz boʻladi.

Organizmlarning nafas olishi uchun sarflangan energiya boshqa bir organizmga oʻtmaydi. Ekskrementlarda metabolizm qoldiqlarida hosil boʻlgan energiya detritofag va redutsetlarga oʻtadi va ularda hosil boʻlgan energiya esa ekosistemada qoladi. Detrit zanjirlari oʻlik organizmlar hisoblanuvchi toʻkilgan barg va poyalar hamda oʻsimliklar qoldiqlaridan boshlanadi. Toʻgʻridan-toʻgʻri detritlar va redutsentlarning ozuqa zanjiriga oʻtuvchi dastlabki toza mahsulotlar, ularning miqdori hamma ekosistemalarda ham bir xilda emas. Masalan, oʻrmon ekosistemi va dengiz ekosistemi misolida koʻradigan boʻlsak, oʻrmon ekosistemalarida dastlabki mahsulotning koʻp qismi detrit zanjiriga oʻtadi, dengiz va yaylovlarda esa dastlabki mahsulotning yarmida koʻpi dengiz yoki yaylov ozuqa zanjiriga qoʻshilishi mumkin. Shuning uchun ham oʻrmonlardagi oʻrmon ostidagi qoldiqlar konsumentlar aktiv faoliyati uchun juda qulaydir. Agar ekosistema oʻzgarmas boʻlsa, unda umumiy biomassaning miqdori ham vaqt oʻtgani sari oʻzgarmaydi. Yaʼni yilning boshida qanday boʻlsa, yil oxirida ham xuddi shunday boʻladi. Bunday holatda birlamchi mahsulotdagi barcha energiya har xil trofik darajadagi organizmlardan oʻtadi va natijada uning toza mahsuldorligi nolga teng boʻlaveradi.

1.2. Ekosistemaning tuzilishi va uning turlari

Ko`pincha ekosistemalar vaqt o`tishi mobaynida o`zgarib turadi. Masalan, o`simliklarning ommaviy vegetatsiyaning boshlanish davri hisoblangan bahor va yoz oylarida dastlabki mahsulot ortadi, ikkilamchi mahsulot esa keyinroq ortadi. O`simliklar vegetatsiya davrining oxiriga borib, to`plangan energiya bir qismi o`simliklar biomassasining ortishiga olib keladi.

Ekosistemaga tushadigan energiya oqimlaridan foydalangan holda, inson uchun zarur bo`lgan energiya va oziq-ovqat manbaini ko`paytirishda foydalaniladi. O`rganilgan bilimlar, tajribalardan foydalanilgan holda tabiiy resurslardan iloji boricha unumli va samarali foydalanishga harakat qilinadi. Bugungi kunda yurtimiz qishloq xo`jaligi, fermerlarimiz faoliyati juda takomillashtirilgan va texnik qurilmalari orqali ularning og`ir mehnatlari birmuncha yengillashtirilgan. Har bir trofik darajada ham albatta ma`lum bir miqdorda energiya yo`qolar ekan. Bundan kelib chiqadiki, jamiki iste`mol qiluvchi organizmlar uchun ekosistemadan samarador energiyani ajratib olish usuli – o`simliklar hisoblanadi. Lekin, bu yerda boshqa omillar ham mavjud va ularni e`tiborga olmaslik mumkin emas. Masalan, hayvonlarda hosil bo`ladigan oqsilning ko`pincha almashtirib bo`lmaydigan aminokislotalar mavjud. Bundan tashqari, o`simlik oqsillari hayvon oqsiliga qaraganda juda qiyin hazm bo`ladi, shuning uchun ham ularni iste`mol qilishda ko`p energiya sarflanadi. Yana shuni ham aytish kerakki, ko`p ekosistemalarda madaniy ekinlarni parvarish qilib ulardan yaxshi hosil olish oson emas, shuning uchun ham ekosistemadagi ko`p hayvonlar o`zlariga zarur oziq-ovqatni katta maydonlardan oladi. Bu kabi katta maydonli ekosistemalarga cho`l zonalari, dashtlar va bo`rilar yashaydigan tundra zonalari misol keltirish mumkin.

Bugungi kunda ekologiya mazmun-mohiyatini hayotning asosiy shakllarini belgilovchi jamoa, organizm, populyatsiya, hujayra, organ va genlar tashkil etadi. Ushbu biologik shakllarning barini biror qatorda yoki biror xil ierarxik tartibda joylashtirishimiz mumkin. Natijada kichik va katta sistemalar

hosil bo`ladi. “Ierarxiya” so`zi “ketma-ket” ya`ni birin-ketin qator bo`lib joylashish degan ma`noni anglatadi. Ana shu tartibda joylashuvning har bir pog`onasi yoki darajasi tashqi olam ta`siri natijasida o`ziga xos biror vazifani bajaruvchi funksional sistemani hosil qiladi. Ana shunday sistemalarni, umuman olganda ekosistemalarni o`rganuvchi fan ekologiya fani hisoblanadi.

Tirik organizmlar ekosistemsning asosiy qismi hisoblanib, ular quyidagi: geterotroflar, avtotroflar, konsumentlar, produysentlar va redutsentlar kabi turlarga bo`linadi.

Ekosistemalar uchun ikkita muhim atama mavjud. Bular: ma`lum turdagi individlarning guruhini bildiruvchi- populyatsiya va ma`lum bir hududni, maydonni egallagan populyatsiyalar yig`indisi hisoblanuvchi biotik jamoadir. Tirik biotik jamoa va jonsiz tabiat bir-biri bilan o`zaro, doimiy uzviy bog`liqlikda bo`lib, ular birgalashib ekosistemani hosil qiladi. Biz yuqorida ekosistemani biogeotsenoz deb ham atalishini aytib o`tdik. Ana shu biogeotsenozning tirik qismi biotsenoz deb ataladi. Katta regional hududni egallagan va biror bir o`simliklar turi bilan yoki landshaftning boshqa bir o`ziga xos xususiyati bilan xarakterlanuvchi subkontinental biosistemalar biom deb ataladi. Biomlarga misol sifatida mo`tadil iqlim sharoitidagi keng bargli o`rmonlarni, cho`l zonasidagi qumli o`simliklar biomini va hakovzolarini keltirish mumkin. Dunyoda quyidagi biomlar uchraydi:

1. Namli tropik biomlar.

Ushbu zona iqlimi butun yil davomida turli-tuman o`simliklar jamoasi va turlarining o`sib-rivojlanishi uchun juda qulaydir, chunki bu iqlimda yil bo`yi issiq va namgarchilik ko`pdir. Bu iqlimda asosan chirmashib va o`rmaalab o`suvchi lianalar yaxshi rivojlanib, ular ushbu biomning asosini tashkil etadi. Panama, Braziliya va Indoneziya kabi qator mamalakatlarning tropik o`rmonlarida epifetlar ko`p uchraydi. Tropik o`rmonlarda o`suvchi daraxtlarning o`simliklarning ildizlari ko`pincha tuproq yuzasiga yaqin joylashib, ularning

shakllari doskasimon bo`ladi. Bu mintaqa o`simlik turlariga juda boydir. Xususan, Indoneziyada o`simliklarning 43 mingga yaqin turi, Braziliyada esa 40 mingga yaqin o`simliklar turlari uchraydi. Tropik zonalarda yuqoriga ko`tarilgan sari harorat pasaya boradi. Shunga ko`ra o`simliklar turlari ham kamaya boradi. Ma`lumotlarga ko`ra yer yuzasidan har 1000 metr ga ko`tarilishda harorat 6°C ga pasayar ekan. Shu sababli tog`li tropik zonalarda doimiy sovuq iqlim sharoiti hukm surib, muntazam ravishda shamol esib turadi. Xususan Kolumbiyaning yer yuzasidan taxminan 4000 metr balandlikda joylashgan Andada nomli eng baland tog`li mintaqasida yil bo`yi harorat o`rtacha 5°C ni tashkil etadi. Shuning uchun ham bu zonada o`simliklarning juda kam turi uchraydi.

2. Subtropik cho`llar.

Bu zona yer sharining shimolga va janubga tomon joylashgan 30 °C kenglikni tashkil etib, yozi issiq va quruq bo`ladi. Harorat tufayli bu mintaqada kamdan-kam o`simlik va hayvon turlari mavjud. Subtropik cho`llarda namli tropik zonalardan farqli o`laroq, organizmlarning yashashi uchun chegaralovchi omil yorug`lik yoki oziq moddalar emas, balki namlik tashkil qiladi. Bu zonalarda o`suvchi o`simliklar iqlim sharoitiga moslashgan. Masalan, kaktuslar o`zidagi namlikni uzoq muddatga saqlash uchun o`z barglarini suvni kam bug`lantirishga xizmat qiluvchi tikanaklarga aylantirgan. Subtropik cho`llar biomini xarakterlovchi o`simliklar bular gigant kakatuslardir. Masalan Meksikada gigant kaktuslardan Saguara, Kaliforniya va Moxave cho`llarida esa daraxtsimon yukkalar uchraydi.

3. Mo`tadil iqlim mintaqasining o`rmonlari.

Ushbu biomda mo`tadil iqlim hukmron, ya`ni zonaning qishi sovuq, yozi iliq keladi va yog`ingarchilik ko`p bo`ladi. Bunday mintaqalarda joylashgan mamlakat lardan biri bo`lmish Rossiyaning o`rmon zonalariga yillik yog`inning miqdori 600-700 mm ni tashkil qiladi. Tuprag`i bo`z tuproq bo`lib, zonada asosan yel, qarag`ay, pista, dub, oqqayin, tilog`och kabi o`simliklar o`sadi. Bu

o`simliklardan iborat o`rmonlarni ikki turga bo`lish mumkin: 1) Nina bargli o`rmonlar va 2) bargli o`rmonlar. Nina bargli o`rmonlarda asosan yuqoridagi o`simliklardan qarag`ay, yel, tilog`och va pistalar o`sadi, ular Rossiya o`rmonlarining qariyb 80 % ini tashkil etadi. AQSh ning ko`plab shtatlari ushbu mintaqada joylashgan. Xususan Indiana shtatida oq dub daraxti dominant hisoblanib, uning tagida qand zarangi hamda kichik butachalar o`sadi. Shimoliy AQSh va Kanadada esa olxa, oqqayin, yel, pistadan tashkil topgan o`rmonlar mavjud.

4. Mo`tadil dasht mintaqasi.

Dasht deganda biz kserofit ko`rinishida bo`lgan o`tsimon o`simliklarning zich qoplab o`sishidan tashkil topgan o`tloqlarni tushunamiz. Bu mintaqaning yozi quruq, qishi esa ancha sovuq bo`lib, o`rtacha yillik harorat taxminan 3,0-7,5°C bo`ladi. Mintaqaning janubiy rayonlarida bu ko`rsatkich 10 °C gacha ham borishi mumkin. Yillik yog`in miqdori 250-500 mm bo`lib, havoning o`rtacha nisbiy namligi esa 57-67 % ni tashkil qiladi. Dashtning tuprog`i qora tuproq bo`lganligi uchun ham bu mintaqada o`simliklarning juda ko`p turlari o`sadi. Hattoki, Shimoliy dasht mintaqasining ba`zi bir joylarining 1  $m^2$  maydonida qariyb 80 xil o`simlik turlari uchralar ekan. Ushbu mintaqada butalardan –dasht oluvlisi, chala butalardan –bogorot o`ti, astragalning bir necha xili va izen, ikki va ko`p yillik o`simliklardan esa kolokolchiliklar, beda, nezabudkalar, burchoq, no`xot, qoqi, mavrak, zupturum, bo`tako`z, kermek, qo`ziquloq, giatsent, boychechak, lola, shafran va shunga o`xshash ko`plab o`simliklar o`sadi.

5. Cho`llar mintaqasi.

Bu mintaqada uch xil zonani qamrab olgan bo`lib, ular: Sho`rxok cho`llar, qumli cho`llar va gil tuproqli cho`llar hisoblanadi. Mintaqaning iqlimi keskin ravishda kontinentaldir, shu tufayli ham yil davomida harorat tez-tez o`zgarib turadi. Masalan, yozdagi harorat +50°C ga yetsa, qishda janubiy hududlardagi harorat -30°C gacha, shimoliy hududlaridagi harorat esa -40 °C gacha tushib

ketadi. Zonadagi havoning o`rtacha namligi 52-61 % ni tashkil qiladi. Yoz oylarida bu ko`rsatkich birmuncha kam ya`ni 15-30 % ni tashkil qiladi. Yillik yog`inning miqdori 80-200 mm gacha yetishi mumkin. Mintaqada o`simliklarning juda kam turi. o`sadi. E.P.Korovinning bu mintaqa yuzasidan olib brogan o`rganishlari va hisoblashlari shuni ko`rsatadiki, zonada 1600 ga yaqin o`simlik turi mavjud.

5.1. Gil tuproqli cho`llar.

Cho`l mintaqasining asosiy turi bo`lib, bu yerlarda ko`pincha chala buta o`simliklari uchraydi. Xususan, partek, shuvoq chala buta o`simliklariga kirs, qo`ng`irbosh, yaltirbosh, zizifora, lola qizg`aldoq, qashqar yo`ng`ichqalar efemer va efemeroidlarga, kavraklar esa ko`p yillik o`simliklarga kiradi.

5.2. Gipsli cho`llar.

Karsakboy, Ustyurt, Betpakdala, Qoraqum, Mangi qishloq, Qizilqum massivlarini o`z ichiga olgan ushbu hududda juzg`un, shuvoq, qizilcha, qo`ng`irbosh, ilak kabi o`simliklar o`sadi.

5.3. Sho`rxok cho`llar.

Ushbu zonaning bunday nomlanishining sababi, sho`r, sizot suvlari yuzasidagi pastqam yerlarda joylashganligidir. Bu zona Markaziy Osiyoning katta qismini tashkil etadi. Sho`rxok cho`llarda asosan glofitlar hisoblanuvchi saksovul, yulg`un, xaridondon, eman-shuvoq, baliqko`z, danasho`r, seta kabi o`simliklar o`sadi.

5.4. Qumli cho`llar.

Bu mintaqa Markaziy Osiyoning Qizilqum va Qoraqum massivlarini, Markaziy Farg`onadagi kichikroq qumliklarni, Surxondaryodagi Kattaqumni o`z ichiga oladi. Mintaqada asosan, quyonsuyak, oq va qora saksovul, juzg`un, qizilcha, cherkez, shuvoq, singren, qo`ng`irbosh, ilak va silenlarni qamrab olgan psammofitlar o`sadi.

6. Chuchuk suv o`simliklar havzalari.

Bu mintaqa yer yuzining nisbatan kichik qismini egallaganligiga qaramasdan, bu zonada o`simliklarning juda ko`p turlari o`sadi. O`simliklarning xilma-xilligiga mineral moddalarning tarkibi, suvning oqish tezligi, kislorod miqdori, daryo va ko`llarning katta- kichikligi ta`sir qiladi. Tezoqar daryolar va chuqur ko`llarda asosan fitoplanktonlar, diatom suvo`tlari qirg`oqlarni yupqa qavat bilan qoplab o`sadi. Suv havzalari ancha sayoz va harakatsiz joylarda esa bu o`simliklar suv yuzasiga chiqib o`sadi. Ushbu o`simliklarga giatsent va liliyalar kiradi. Ular suvdan oziqlanishadi.

7.Artik tundra mintaqasi.

Bu mintaqa past haroratli sovuq mintaqa bo`lib, qishi uzun ,yozi esa ancha qisqa davom etadi. O`rtacha yillik harorat doimiy ravishda 0 °C dan past bo`ladi, chunki bu yerlarda doim kuchli shamollar esib turadi. Hattoki yozida ham harorat ko`pi bilan +15-20 °C gacha ko`tarilishi mumkin xolos. O`rtacha yillik yog`ingarchilikning miqdori 200- 300 mm ni tashkil qiladi. Namlikning yuqori bo`lishiga sabab yozning qisqaligi va kamquyoshligidir. Havoning nisbiy namligi esa doimiy 80 % orasida. Tundra mintaqasining tuprog`i doimiy muzlik bilan qoplangan , hattoki yoz oylarida ham bu muzlikning 0,25-2 m chuqurlikkacha qismi eriydi, xolos. Yer yilning naq 280 kuni davomida qor bilan qoplangan bo`ladi. Shunday bo`lishiga qaramasdan bu yerda ham o`simliklar o`sadi. Xususan 500 ga yaqin yuksak o`simlik turlari uchraydi. Bu o`simliklar chim hosil qilib o`suvchi katta boshli o`simliklar, ko`p yillik o`tlar hisoblangan lishaynik, mox, pakana, chala buta va doimiy yashil butalardir.

I BOB bo'yicha xulosa

Ushbu dissertatsiya ishining birinchi bobida ekosistamaning o'zi nima ekanligi , uning paydo bo'lib rivojlanish tarixi , asoschilari , ekosistema haqidagi ta'limot haqida fikr- mulohazalar yuritilgan. Bob ikkita mavzuni qamrab olgan bo'lib , birinchi mavzuda yuqorida aytilgan ma'lumotlar yuzasidan izlanishlar olib borilgan bo'lsa , ikkinchi mavzuda esa ekosistemalarning tarkibi , tuzilishi , turli belgi va sifatlariga qarab ajratilgan turlari haqida, shu bilan bir qatorda har bir tur biomning o'ziga xos xususiyati , unda o'sadigan o'simliklar , harorat , yillik o'rtacha namlik , yog'ingarchilik haqida ham qisqacha ma'lumotlar berilgan.

II BOB. EVOLUTSION OPERATORLAR

2.1. Ozod populyatsiyaning evolutsion operatori

Bizga biror bir turning boshlang'ich holati $x^{(0)}=(x^0_1, \dots, x^0_m)$ ko'rinishida berilgan bo'lsin. Bunda i-turning tasodifiy taqsimlanishi $x^{(0)}_i=P_{(i)}$ bilan beriladi. $P_{ij,k}$ esa i-tur va j-turlarning muvaffaqiyatli chatishtirilishidan hosil bo'lgan k-individ hosil bo'lish ehtimolligidir. Bunda jinsning farqi yo'q va ixtiyoriy avlodda ij ota-onalar mustaqil. Biz dastlabki avloddagi tasodifiy taqsimlanishini umumiy ehtimollik orqali ifodalashimiz mumkin va u quyidagicha ifodalanadi:

$$x^{(1)}_k = \sum_{i,j=1}^m P(k|i,j)P(i,j) = \sum_{i,j=1}^m P_{ij,k} x^0_i x^0_j \quad (2.1)$$

Bunda $k=1 \dots m$ $x^{(0)} \rightarrow x^{(1)}$ bo'lib,

o'tkazuvchi operator evolutsion operator deyiladi. Har qanday populyatsiya dastlabki x^0 holatdan boshlab ko'payadi. Birinchi ta'sirdan so'ng x^0

$x^{(1)}$ ga aylanadi va $x^{(1)} = V(x^{(0)})$ ko'rinishida ifodalanadi. Undan keyin ikkinchi avlod $x^{(2)}$ birinchi avlodga operatori ta'sir ettirishdan hosil bo'ladi va

$$x^{(2)} = V(x^{(1)}) = V(V(x^0)) = V^2(x^0) \quad (2.2)$$

kabi ifodalanadi. Shu tarzda populyatsiya ko'payadi va uning holatlari quyidagi diskret vaqt dinamik sistemasi orqali tasvirlanadi.

$$V^n(x) = V(V(\dots V(x)) \dots) \quad (2.3)$$

Biror bir organizm turning dinamik sistemasining limiti muhim xususiyatga ega bo'lib, bu o'sha turning oradan ko'plab vaqt o'tganidan so'ng turning taqdirini ya'ni uning mavjud bo'lib ko'payib ketishini yoki yo'qolib ketishini ko'rsatadi. Demak biz ushbu dinamik sistemalarning limitini hisoblash orqali turning kelajagi haqida fikr yurita olamiz. Ma'lumki, $x \in R^m$ dagi istalgan vektorni R^m dagi

$$e_1 = (1, 0, \dots, 0), \quad e_2 = (0, 1, \dots, 0), \dots, \quad e_m = (0, 0, \dots, 1)$$

ortlar orqali chiziqli ifodalay olamiz. R^m dagi ko'paytirish amali esa quyidagicha aniqlanadi. $e_i e_k = \sum_{j=1}^m P_{ik,j} e_j$. Ya'ni

$R^m \times R^m$ ga $x \times y \rightarrow xy$ bir chiziqli akslantirish mos keladi.

$$xy = \sum_{i,k,j=1}^m (P_{ik,j} x_i x_k) e_j \quad (2.4)$$

Demak, koordinatalar orqali berilgan evolutsion operatorni

$$x^{(1)} = V(x) = x^2$$

kabi yozish mumkin. R^n o'lchovli fazoda (n-1) o'lchovli

$$R^{n-1} = \left\{ x = (x_1, x_2, \dots, x_n); \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0 \right\}$$

simpleks berilgan bo'lsin. Ushbu operator

$$V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}, \quad V(x) = x_k^1 = \sum_{i=1}^n P_{ij,k} x_i x_j, \quad k = 1..n \quad (2.5)$$

kvadratik stoxastik operator deyiladi. Bu yerda

$$P_{ij,k} \geq 0, \quad P_{ij,k} = P_{ji,k} \quad \sum_{k=1}^n P_{ij,k} = 1, \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in S^{n-1}$$

Ma'lumki yuqorida $P_{ij,k}$ larga qo'yayotgan barcha shartlarimiz S^{n-1} simpleksni to'la saqlanishini ta'minlaydi. Kvadratik stoxastik operator tushunchasini matematik-genetika yo'nalishida o'z izlanishlarini olib borgan S.N. Bernshteyn, G.X. Xardi, V. Vaynbergning ishlarida uchramiz. Yuqorida qaralayotgan V operator (1.5) biror organizm populyatsiyasining evolutsion operatorini ifodalaydi. Populyatsiyaning o'zi esa organizmlar turkumining yopiq ravishdagi nisbiy ko'payishidir. Har bir populyatsiyada hosil bo'ladigan avlodlar aynan bir xilda emas, ya'ni ularning o'zaro farqlari mavjuddir. Dinamik sistemalarning evolutsion operatorlarini o'rganishda turli avlodlar o'rtasida hech qachon o'zaro chatishish sodir bo'lmaydi deb faraz qilinadi. Populyatsiyaga mansub har bir tur albatta yuqoridagi avlodlardan qaysidir yagona biriga tegishli bo'ladi. Populyatsiya holatini o'rganish bu turlar ehtimolligi jamlanmasini ya'ni $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ni o'rganishdir. Har bir $P_{ij,k}$ koeffitsiyent – bu i- va j-turlarni chatishtirishdan hosil bo'lgan yangi avlodning k-turga mansubligini ko'rsatuvchi ehtimollikdir. Tasodifiy chatishish natijasida ota-ona juftligi x holatida $x_i x_j$ avlodni hosil qiladi. Shunday qilib,

$$\dot{x}_k = \sum_{i=1}^n P_{ij,k} x_i x_j, \quad k=1..n$$

avlodlarning to'liq ehtimolligi hisoblanadi. Agar populyatsiyaning qaysidir avlodida x holat paydo bo'lsa, undan keyingi avlod x ga V operatorni ta'sir qildirishdan $\hat{x} = V(x)$ hosil bo'ladi.

2.1. Ta'rif: Agar, $k \notin \{i, j\}$ bo'lganda $P_{ij,k}=0$ tenglik o'rinli bo'lsa,

$V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ kvadratik stoxastik operator volterra kvadratik stoxastik operatori deyiladi.

Quyidagi tasdiqlar o'rinli:

2.1-tasdiq : Agar $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ akslantirish Volterra operatori bo'lsa, quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\hat{x}_k = x_i \left(1 + \sum_{i=1}^n a_{ki} x_i \right), \quad k = 1..n$$

Bu yerda $a_{ki} = -a_{ik}$, $|a_{ki}| \leq 1$

Isbot. Biz $i \neq k$ ekanligidan $\sum_{i=1}^n P_{kk,i} = 1$ bo'lganida

$P_{kk} = 0$ bo'lsa, $P_{kk,k} = 1$ bo'lishini osongina hosil qilamiz. Shu bilan bir qatorda

$$\hat{x}_k = \sum_{i=1}^n P_{ij,k} x_i x_j = P_{kk,k} x_k^2 + \sum_{i=1, i \neq k}^n P_{ik,k} x_i x_k + \sum_{j=1, j \neq k}^n P_{kj,k} x_k x_j$$

tenglikdan $P_{ij,k} = P_{ji,k}$ ekanligidan kelib chiqib,

$$\dot{x}_k = x_k \left(x_k + 2 \sum_{i=1, i \neq k}^n P_{ik,k} x_i \right), \quad k = 1..n$$

tenglikni hosil qilamiz. Binobarin $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$ bo'lsa,

$$\dot{x}_k = x_k \left(1 + 2 \sum_{i=1, i \neq k}^n (2P_{ik,k} - 1)x_i \right),$$

bo'ladi. $i \neq k$ va $a_{kk} = 0$ bo'lganida $2P_{ik,k} - 1 = a_{ki}$ deb olib,

$$\dot{x}_k = x_k (1 + 2 \sum_{i=1}^n a_{ki} x_i), \quad k = 1..n \quad (2.6)$$

tenglikka ega bo'lamiz. Bundan esa $0 \leq P_{ik,k} \leq 1$ ekanligidan $|a_{ki}| \leq 1$ ekanligi kelib chiqadi. So'ngra volterralikni inobatga olgan holda

$$P_{ik,k} + P_{ik,i} = 1 \text{ ga ega bo'lamiz. Bundan esa } a_{ki} + a_{ik} = 2$$

$P_{ik,k} - 1 + P_{ik,i} - 1 = 2(P_{ik,k} + P_{ik,i} - 1) = 0$ tenglik hosil bo'ladi. Shunday qilib $a_{ki} = -a_{ik}$ tenglikning o'rinli ekanligi isbotlanadi.

2.2-tasdiq : S^{n-1} simpleksning ixtiyoriy yoqi V volterra operatori harakatiga nisbatan invariant.

Isbot. Ixtiyoriy $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ uchun Γ_i yoq

$\Gamma_i = \{x \in S^{n-1} : x_j = 0\}$ tenglik bilan aniqlanadi. Agar V volterra bo'lsa, (2.6) dan yaqqol ko'rinadiki, $x_j = 0$ bo'lganda $x_j^i = 0$ bo'ladi. Shuning uchun ham $V(\Gamma_i) \subset \Gamma_i$. Ushbu tasdiqdan quyidagi natija kelib chiqadi:

2.1-natija. Simpleksning uchlari, ya'ni $\bar{l} = n - 1$ bo'lgandagi Γ_i yoqlar V volterra operatorining qo'zg'almas nuqtalari bo'ladi.

Barcha $j \notin I \setminus \{i\}$ lar uchun $\text{ridom } \Gamma_i = \{x \in \Gamma_i : j \notin i\}$ tenglik orqali aniqlanadigan yoqning nisbiy ichligini eslaymiz.

2.3-tasdiq : Ixtiyoriy S^{n-1} yoqning nisbiy zichligi ham V volterra operatoriga nisbatan invariantdir.

Isbot. $x_k > 0$ bo'lsin. Ushbu $a_{kk} = 0$ tenglikni hisobga olib, quyidagi

$$\begin{aligned} x_k^i &= x_k(1 + a_{k1}x_1 + \dots + a_{kk-1}x_{k-1} + a_{kk+1}x_{k+1} + \dots + a_{kn}x_n) \\ &\geq x_k(1 - x_1 - \dots - x_{k-1} - x_{k+1} - \dots - x_n) = x_k^2 > 0 \end{aligned}$$

ifodani hosil qilamiz. Demak $x_k > 0$ ekanligidan $x_k^i > 0$ ekanligi kelib chiqadi. Bundan esa

$$V(\text{ridom } \Gamma_i) \subset \text{ridom } \Gamma_i$$

ekanligi isbotlanadi. Bizga $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ volterra kvadratik stoxastik operatorlar to'plami sifatida J berilgan bo'lsin.

2.4-tasdiq : $J - R^{\frac{n(n-1)}{2}}$ dagi qavariq markaziy-simmetrik kompaktdir. $k \neq i$ bo'lganida $a_{ki} = \pm 1$ shartni qanoatlantiruvchi volterra stoxastik operatorlar J ning chetki nuqtalari bo'ladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\text{extr } J = \{V: a_{ki} = \pm 1, \text{ agar } k \neq i\}.$$

Isbot. Volterra kvadratik stoxastik operatorlarning ko`rinishi quyidagicha bo`lsin:

$$(V_1(x))_k = x_k(1 + \sum_{i=1}^n a'_{ki}x_i) , \quad (V_2(k))_k = x_k(1 + \sum_{i=1}^n a''_{ki}x_i)$$

Bu holda biz $V = aV_1 + (1 - a)V_2$ operatorni quyidagi:

$$(V(k))_k = x_k(1 + \sum_{i=1}^n (a a'_{ki} + (1 - a) a''_{ki}) x_i) \quad (2.7)$$

ko`rinishida yozishimiz mumkin , shu bilan bir qatorda

$$|a'_{ki}| \leq 1, \quad |a''_{ki}| \leq 1 \quad \text{hamda} \quad a'_{ki} = -a'_{ik}, \quad a''_{ki} = -a''_{ik} \text{ tengsizliklardan}$$

$|a_{ki}| \leq 1$ va $a_{ki} = -a_{ik}$ ekanligi kelib chiqadi. Demak, $0 \leq a \leq 1$ bo`lganida  $a_{ki} = a a'_{ki} + (1 - a) a''_{ki}$  bo`lib, J ning qavariq to`plam ekanligi kelib chiqadi. Agar  $V$  operator  $J$  ga tegishli bo`lib, $-a_{ik}$ koefitsiyentga ham ega bo`lsa, u holda  $-a_{ik}$  koefitsiyentli  $V^i$  ham volterra kvadratik stoxastik operatori bo`ladi, shundan J ning markaziy simmetrikligi isbotlanadi. Shu bilan birga $a_{ki} = 0$ koefitsiyentli aynan o`xshash operatorlar ham markaziy simmetriya bo`la oladi.

Ba`zi bir  $i$  va  $k$  ( $i \neq k$ ) lar uchun  $a_{ki} \neq \pm 1$  tengsizlik o`rinli bo`lsin. Bunda biz  $a_{ki} = a$  deb olamiz va  $a_{ki} = -a_{ik}$  ekanligidan  $i$  va  $k$  larning o`rinlarini almashtirib olamiz hamda $a \geq 0$ deb hisoblaymiz. Bizda 2 ta holat vujudga keladi:

1-hol. $a > 0$ bo`lsin. U holda

$$a'_{ts} = \begin{cases} a_{ts}, & \text{agar } (t,s) \neq (k,i) \\ 1, & \text{agar } (t,s) = (k,i) \end{cases}$$

deb olib,

$$a''_{ts} = \begin{cases} a_{ts}, & \text{agar } (t,s) \neq (k,i) \\ 0, & \text{agar } (t,s) = (k,i) \end{cases} \quad \text{ni topamiz.}$$

$$V = aV_1 + (1 - a)V_2$$

Bu yerda ko`rilayotgan V, V_1, V_2 operatorlar mos ravishda $a_{ts}, a'_{ts}, a''_{ts}$ koeffitsiyentli volterra kvadratik stoxastik operatorlaridir.

2-hol. $a = 0$ bo`lsin.

$$a'_{ts} = \begin{cases} a_{ts}, & \text{agar } (t,s) \neq (k,i) \\ 1, & \text{agar } (t,s) = (k,i) \end{cases}$$

va

$$a''_{ts} = \begin{cases} a_{ts}, & \text{agar } (t,s) \neq (k,i) \\ -1, & \text{agar } (t,s) = (k,i) \end{cases}$$

Bo`lib, bunda  $V = \frac{1}{2} V_1 + \frac{1}{2} V_2$  deb olamiz. Demak, agar  $a_{ki} \neq \pm 1$  bo`lganida aqalli bitta (k, i) juftlikniki bo`lsa,

$$V = aV_1 + (1 - a)V_2$$

holatni hosil qilish uchun faqat $V_1 = V_2 = V$ bo'lishi kerak. Bundan $i \neq k$ bo'lganida

$$\text{extr } J = \{V: a_{ki} = \pm 1, \text{ agar } k \neq i\}$$

ekanligi isbotlanadi .

Biz ko'rayotgan kvadratik stoxastik operatorning volterraligining o'z biologik ma'nosi mavjud . yuqorida ko'rib o'tgan har bir tasdig'imizning biologiyada o'z talqini bor bo'lib, bular quyidagilar :

Har bir organizmning avloddagi individi faqatgina uning ota-onasiga tegishli bo'lgan belgilarni meros qilib olishi mumkin . Demak biz yuqorida ko'rib o'tgan 2.2-tasdiqda boshlang'ich avlodda qolib ketgan belgilar evolutsiyaning keyingi biror avlodida ham namoyon bo'lmasligini tasdiqlaydi. 2.3 – tasdiqqa ko'ra esa boshlang'ich avlodda namoyon bo'lgan belgilar undan keying barcha avlodlarda ham namoyon bo'lishini ifodalaydi. Demak, evolutsiya davomida individlarga tegishli belgilarning ma'lum qismi o'sishi yoki kamayib, o'lishi mumkin ekan.

2.1-misol. Ikkita belgiga ega bo'lgan individlardan tuzilgan populyatsiyaning evolutsiya operatori

$$\begin{cases} x'_1 = x_1(1 - ax_2) \\ x'_2 = x_2(1 + ax_1) \end{cases}$$

ko'rinishida bo'lib, bu yerda $a = 2 P_{12,2} - 1 > 0$ shart o'rinli. Agar evolutsiyaning boshlang'ich avlodi $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}) \in S^i$ belgilarining ehtimollik taqsimoti bo'lsa, u quyidagi takroriy munosabatda joylashadi.

$$\begin{cases} x_1^{(m+1)} = x_1^{(m)}(1 - ax_2^{(m)}) \\ x_2^{(m+1)} = x_2^{(m)}(1 - ax_1^{(m)}) \end{cases}$$

Bu yerda $m = 1, 2, 3, \dots$

Ushbu evolutsion sistema istalgan m uchun $1 + ax_1^{(m)} \geq 1$ bo'lganida kamaymaydigan ketma-ketlikni, $0 \leq 1 - ax_2^{(m)} \leq 1$ bo'lganida esa o'smaydigan ketma-ketlikni hosil qiladi. $x_1^{(m)}, x_2^{(m)}$ larning o'zi esa $[0, 1]$ kesmada joylashgan. Demak,

$$\lim_{m \rightarrow \infty} x_1^{(m)} = a, \quad \lim_{m \rightarrow \infty} x_2^{(m)} = b$$

limitlar mavjud. Yuqoridan $x_2^{(0)} > 0$ bo'lganida, $b = 1$ va

$a = 0$ ekanligini kelib chiqishini osongina isbotlash mumkin. Ushbu matematik hisoblashlar natijasida ko'rilayotgan populyatsiyada vaqt o'tishi mobaynida birinchi belgilarga ega bo'lgan individlarning ulushi kamayib borishi, ikkinchi belgilarga ega bo'lgan individlarning ulushi esa monoton o'sib borishi kelib chiqadi.

2.2-misol. (Mensel, Smit, Ulam, 1959)

Ushbu evolutsion operator orqali ifodalangan, 3 ta belgiga ega bo'lgan individlarning dinamik sistemasini ko'rib chiqamiz.

$$\begin{cases} x'_1 = x_1(1 - x_2 + x_3) \\ x'_2 = x_2(1 + x_1 - x_3) \\ x'_3 = x_3(1 - x_1 + x_2) \end{cases} \quad (2.8)$$

Ushbu evolutsion operator 4 ta qo'zg'almas nuqtalarga ega bo'lib, ular populyatsiyaning barqaror holati hisoblanadi. Bu qo'zg'almas nuqtalar

$$M_1(1,0,0), \quad M_2(0,1,0), \quad M_3(0,0,1), \quad C\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$$

bo'lib, ulardan M_1, M_2, M_3 larni osma nuqtalar deb, C ni esa itaruvchi fokus nuqta deb belgilaymiz. Mensel, Smit, Ulam V operatorni o'rganish davomida uni sonli tadqiqot asosida quyidagi vektor maydonining suratini hosil qilishdi.

2.1. Teorema. (G. Kesten, 1970, C. Vallander, 1972).

S^2 simpleksning ichida joylashgan ixtiyoriy boshlang'ich nuqta

$(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)}) \neq c$ S^2 da trayektoriya yaqinlashmaydi. Trayektoriyaning limit nuqtalari to'plami $w(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)})$ orqali belgilanib, ular cheksiz va S^2 simpleksning ∂S^2 chegarasida yotdi.

Isboti. $\zeta(x) = x_1 x_2 x_3$ tenglik bilan aniqlangan $\zeta: S^2 \rightarrow R$ funksional S^2 da uzluksiz va eng maksimal qiymatga faqat va faqat $C\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$ nuqtada erishib. bu qiymat $\frac{1}{27}$ dir. Xulosa qilib aytish mumkinki, $\zeta(x) = 0$ tenglik faqatgina S^2 simpleksning chegarasida bajariladi. Xuddi shunga o'xshash,

$$x_1^{(m+1)} = x_1^{(m)}(1 - x_2^{(m)} + x_3^{(m)})$$

$$x_2^{(m+1)} = x_2^{(m)}(1 + x_1^{(m)} - x_3^{(m)})$$

$$x_3^{(m+1)} = x_3^{(m)}(1 - x_1^{(m)} + x_2^{(m)})$$

bo`lganligidan ,

$$\zeta(x^{(m+1)}) = \zeta(x^{(m)}) (1 - x_2^{(m)} + x_3^{(m)})(1 + x_1^{(m)} - x_3^{(m)})(1 - x_1^{(m)} + x_2^{(m)})$$

ekanligi kelib chiqadi. Bu yerda $x^{(m)} = (x_1^{(m)}, x_2^{(m)}, x_3^{(m)}) \in S^2$.

Biz ushbu: $abc \leq \left(\frac{a+b+c}{3}\right)^3$, $a \geq 0$, $b \geq 0$, $c \geq 0$ tengsizliklardan foydalanib ,

$$\left(1 - x_2^{(m)} + x_3^{(m)}\right) \left(1 + x_1^{(m)} - x_3^{(m)}\right) \left(1 - x_1^{(m)} + x_2^{(m)}\right) \leq 1, \quad (2.9)$$

qiymatni olamiz. Shu sababli ham

$$\zeta(x^{(m+1)}) \leq \zeta(x^{(m)}) \quad \text{dan} \quad \lim_{m \rightarrow \infty} x^{(m)} = l,$$

$l \geq 0$ mavjudligi kelib chiqadi. Shu bilan bir qatorda $\zeta(x^{(0)}) < \zeta(c) = \frac{1}{27}$

bo`lib,  $l < \frac{1}{27}$  bo`ladi. Agar $l > \frac{1}{27}$ bo`lsa , u holda

$$\begin{aligned} \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\zeta(x^{(m+1)})}{\zeta(x^{(m)})} &= \\ &= \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 - x_2^{(m)} + x_3^{(m)}\right) \left(1 + x_1^{(m)} - x_3^{(m)}\right) \left(1 - x_1^{(m)} + x_2^{(m)}\right) \\ &= 1 \end{aligned}$$

tenglik bajariladi. Shunday qilib ,

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \max \{ |x_2^{(m)} - x_3^{(m)}|, |x_3^{(m)} - x_1^{(m)}|, |x_1^{(m)} - x_2^{(m)}| \} = 0$$

ya'ni $l < \frac{1}{27}$ tengsizlikni inkor etuvchi trayektoriya C nuqtaga yaqinlashadi.

Demak , $l = 0$ keltirigan oxirgi tenglik $w(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)}) \subset \partial S^2$ ekanligini ko'rsatadi. Trayektoriya uchga yaqinlasholmaydi, xususan nuqtalarning $M_1(1,0,0)$ nuqtaga yetarlicha yaqinlashishi uchun $x_2' = x_2(1 + x_1 - x_3) > x_2$ tengsizlikni qanoatlantirishi kerak. Shu sababli ham $x_2^{(m)} \nrightarrow 0$ dir. Shunday qilib, trayektoriya $M_1(1,0,0)$ uchga yaqinlashmaydi .

Trayektoriyani tashkil etgan chegaraviy nuqtalar to'plami faqat uchlardan iborat bo'lmaydi, chunki uchlar qo'zg'almas va 1 dan yuqori bo'lgan siklga kirmaydi . Demak , bu natijalardan S^2 simplekning qirralaridan biri

$w(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)})$ ichki nuqtalardan birini saqlashi kelib chiqadi. Agar

$w(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)})$ invariant bo'lsa, u holda u ko'rsatilgan nuqtadan boshlanuvchi barcha trayektoriyalarni saqlovchi cheksiz to'plam bo'ladi.

S. Ulam bu misol bilan bog'liq bir gap aytgan .

2.1. Erodik gipoteza. Ko'rib o'tilgan 2-misoldagi

$V: S^2 \rightarrow S^2$ kvadratik stoxastik operator uchun

$\frac{1}{m}(x^{(0)} + x^{(1)} + x^{(2)} + \dots + x^{(m-1)})$ istalgan $x^{(0)} \in S^2$ uchun o'rta arifmetiklar limiti mavjud.

2.2. Qo'zg'almas nuqtalar

2.2. Teorema . Agar $\{i\}, \{j\}, \{k\}$ uchlar T_n turnirda siklik uchlik hosil qilsa, u holda S^{n-1} simpleksning e_i, e_j, e_k uchlariga tortilgan ikki tomonlama yoqning ichi V operatorning yagona qo'zg'almas nuqtasini o'zida saqlaydi.

Isbot. Bizga quyidagilar berilgan bo'lib,

$$x_i^I = x_i \cdot (1 + a_{ij}x_j + a_{ik}x_k)$$

$$x_j^I = x_j \cdot (1 + a_{ji}x_i + a_{jk}x_k)$$

$$x_k^I = x_k \cdot (1 + a_{ki}x_i + a_{kj}x_j)$$

Ular uchun ushular o'rinli bo'lsin: $x_i \geq 0, x_j \geq 0, x_k \geq 0$

$x_i + x_j + x_k = 1$. T_3 turnirga mos keluvchi yuqoridagi turnirni qurib, T_3 turnir faqatgina quyidagi

$$a_{ij}a_{ik} < 0, \quad a_{ji}a_{jk} < 0, \quad a_{ki}a_{kj} < 0 \quad (2.10)$$

Shartlar bajarilsagina siklik uchlik bo'lishini hosil qilamiz. Bizda $a_{rs} = -a_{sr}$ ekanligi ham bor. Biz (2.10)-tengsizlikni istalgani qolgan ikkitasining natijasi

ekanligini ko'rsata olamiz. Boshlang'ich asoslarga ko'ra, $\bar{x} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$ bo'lib, bu yerda

$$\bar{x}_i = \frac{a_{jk}}{a_{ij} - a_{ik} + a_{jk}}, \quad \bar{x}_j = \frac{-a_{ik}}{a_{ij} - a_{ik} + a_{jk}},$$

$$\bar{x}_k = \frac{a_{jk}}{a_{ij} - a_{ik} + a_{jk}}$$

qolgan barcha nolli koordinatalar esa qo'zg'almas nuqtasi hisoblanadi. (2.10)-tengsizlik natijasida $\bar{x}_i > 0$, $\bar{x}_j > 0$, $\bar{x}_k > 0$ tengsizliklarning ham o'rinli ekanligi kelib chiqadi. Shu tufayli $\bar{x}$ teorema shartini qanoatlantiradigan qo'zg'almas nuqta bo'ladi. Agar bizda teorema shartini qanoatlantiruvchi yana bir $\bar{x}$ qo'zg'almas nuqta mavjud bo'lsa, u holda bu ikkala ichki qo'zg'almas nuqtalardan o'tuvchi kesma S^{n-1} dagi qo'zg'almas nuqtalardan tashkil topadi.

Ikki yoqlama chegarasida joylashgan e_i, e_j, e_k uchlaridan boshqa uning qo'zg'almas nuqtalari mavjud emas. Yuqorida aytib o'tilgan kesma chegarani ikki nuqtada kesib o'tadi. Boshqa qo'zg'almas nuqta yo'qligi tufayli ham bu nuqtalar e_i, e_j, e_k uchlar ichidan ikkitasiga mos tushishga majbur. Oxirgi xulosamiz kesmaning o'zi yoqning ichki nuqtalardan tashkil topganligiga zid keladi. Bu ziddiyat esa $\bar{x}$ qo'zg'almas nuqtaning yagona ichki qo'zg'almas nuqtasi ekanligini isbotlaydi.

2.1-eslatma. Agar T_n kuchli turnir bo'lgan holda $ridom S^{n-1}$ qo'zg'almas nuqtaga ega emas. Shuning uchun ham ichki qo'zg'almas nuqtaning mavjudligidan bu turnirning kuchliligi kelib chiqadi. Bundan yuqorida keltirilgan teorema quyidagilarga huquq beradi. Agar qandaydir ikki tomonlama yoqning

nisbiy ichi o`zida qo`zg`almas nuqtani saqlasa, ushbu holda T_n turnir uchlari bu yoqning mos keluvchi uchlari bilan siklik uchlik hosil qiladi.

2.2-natija. Agar T_n kuchli turnir bo`lsa, u holda  $V \geq 2(n-1)$  dan kam bo`lmagan qo`zg`almas nuqtalarga ega.

2.3. Teorema. V operatorning ajratib olingan qo`zg`almas nuqtasi nol bo`lmagan koordinatalarning toq soniga ega bo`ladi.

Isbot. Bizga $\bar{x}$ - ajratib olingan qo`zg`almas nuqta berilgan bo`lsin. Invariantlik kuchiga asoslangan holda yoqlar  $V$  operatorning nisbatan  $\bar{x} \in \text{ridom } S^{n-1}$  deb hisoblashimiz mumkin. Teskari holatda  $V$  torayish  $S^{n-1}$  ning eng kichik yog`i bo`ladi. Bu esa albatta $\bar{x}$ ni saqlaydi. Demak,

$V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ gomomorfizm bo`lsa, u holda ichki ajratib olingan qo`zg`almas nuqtadir. Aniqroq qilib aytadigan bo`lsak, $\epsilon > 0$ uchun shunday musbat d son mavjudki, $\|V - V_\epsilon\| < d$ ekanligidan, $\|\bar{x} - \bar{x}_\epsilon\| < \epsilon$ ekanligi kelib chiqadi. Bu yerda V, V_ϵ lar kvadratik stoxastik operatorning Volterralaridir. x, x_ϵ lar mos keluvchi ichki alohidalangan qo`zg`almas nuqtalardir. Endi bittadan ko`p bo`lmagan ichki ajratib olingan nuqtaning Volterra kvadratik stoxastik operator bo`lishini ko`ramiz.

$$A = (a_{ij}), \quad i, j = 1..n \quad (2.11)$$

Ushbu kososimmetrik matritsaning determinanti $n - toq$ bo`lgan holda  $\det A = 0$  bo`lib va $n - juft$ bo`lganda esa  $\det A > 0$  ning ham  $A$  matritsaning istalgan kichik toyilishi kososimmetrik saqlanishi evaziga  $\det A_\epsilon > 0$  ekanligi kelib chiqadi va bundan nomanfiydir.  $A$  kososimmetrik matritsaning determinanti doimo nomanfiyligi aniqlanadi. Ammo  $n - juft$  bo`lgan holatning so`nggi tengligi itiyoriy kichik toyilish bilan izdan chiishi mumkin. Shu sababli ham, $n - toq$ va $\bar{x}$ ning noldan farqli koordainatalari

toq sonda. Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki, $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ Volterra kvadratik stoxastik operatorining qo'zg'almas nuqtalari bitta noldan farqli koordinata bilan barcha S^{n-1} uchlar mazmuni bo'lib, ularning soni n ga teng. Qo'zg'almas nuqtalar uchta nolmas koordinatalar bilan T_n turnirning siklik uchligini to'liq tavsiflaydi va ularning soni quyidagiga teng:

$$t(T_n, 3) = \frac{n(n-1)(n-2)}{6} - \sum_{i=1}^n \frac{S_i(S_i-1)}{2}$$

$$a_{ki} \neq 0, \quad k \neq i$$

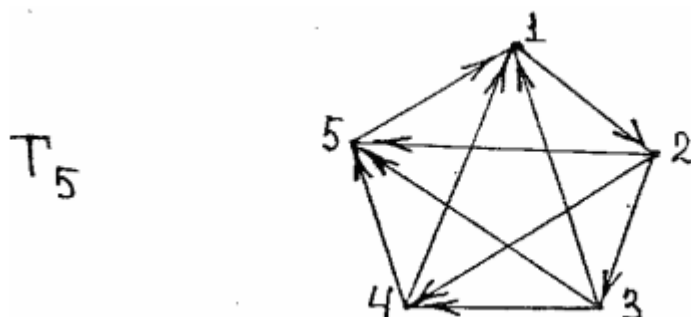
Ushbu shart barcha qo'zg'almas nuqtalarning birgin nolmas koordinata bilan ajratilganligini ta'minlaydi. Lekin bu bilan biz 5 ta uchli kuchli qism turnir 5 ta noldan farqli koordinatlar bilan qo'zg'almas nuqtani aniqlaydi deb aytolmaymiz, chunki bu xato. Quyida biz shunga doir bir nechta misollarni ko'rib o'tamiz.

2.3-misol. $V: S^4 \rightarrow S^4$ kvadratik stoxastik operatorning ko'rinishi quyidagicha bo'lsin:

$$\begin{cases} x_1^I = x_1 \cdot (1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \\ x_2^I = x_2 \cdot (1 + x_1 - x_3 - x_4 - x_5) \\ x_3^I = x_3 \cdot (1 - x_1 + x_2 - x_4 - x_5) \\ x_4^I = x_4 \cdot (1 - x_1 + x_2 + x_3 - x_5) \\ x_5^I = x_5 \cdot (1 - x_1 + x_2 + x_3 + x_4) \end{cases} \quad \text{bunda}$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Dinamik sistema turniri quyidagi ko`rinishga ega:



2.1 - rasm

$$\{I\} \rightarrow \{2\} \rightarrow \{3\} \rightarrow \{4\} \rightarrow \{5\} \rightarrow \{I\}$$

Ushbu gamilton sikli mavjud bo`lsa, u holda  $T_5$  kuchli turnir bo`ladi va

$\{I, 2, 3\}, \{I, 2, 4\}, \{I, 2, 5\}$ lar mavjud hamda ularning qo`zg`almas nuqtalari quyidagilardan iborat.

$$C_1 = \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, 0\right); \quad C_2 = \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, \frac{1}{3}, 0\right); \quad C_3 = \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, \frac{1}{3}, 0\right)$$

Bundan tashqari, simpleksning uchlari hisoblanuvchi

$M_1(1,0,0,0,0), \dots, M_5(0,0,0,0,1)$ lar ham qo`zg`almasdir. Ko`rinib turibiki, bu qo`zg`almas nuqtalardan faqatgina  $C_1$   $Ax \geq 0, x \in S^4$  tengsizlikni, faqatgina  $C_2$  esa  $Ax \leq 0, x \in S^4$  tengsizlikni qanoatlantiradi. Shu sababli ham,  $C_1 \in P$ ,  $C_2 \in Q$  dir. Agar  $\bar{x} \in \text{ri dom } S^4$  ichki qo`zg`almas nuqta mavjud bo`lsa, u holda $A\bar{x} = 0$ bo`ladi. Bundan  $\bar{x} \in P \cap Q$  ekanligi kelib chiqadi.  $C_1 \in P$  va  $\bar{x} \in P$  dan esa  $C_1\bar{x} \in P$  bo`lishi kelib chiqadi. $C_1\bar{x}$ kesma C_1 nuqtadan

mustasno holda $ridom S^4$ da saqlaydi. Shuningdek $C_1 \bar{x} C_1$ nuqtadan tashqari Q da ham mavjud. Biroq Q yopiq to'plam, Shuning uchun $C_1 \in Q$ bo'ladi va bu inkor ichki qo'zg'almas nuqta mavjud emasligini isbotlaydi. Xulosa qilib aytishimiz mumkinki, T_n ($n \geq 5$) turnirning biror T_5 qism turniri kuchli bo'lmasa, u holda T_5 qism turnir uchlariga tortilgan yoqning nisbiy ichi o'zida V operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalarini saqlaydi. Ammo T_5 kuchliligi talab qilingan qo'zg'almas nuqtaning mavjud bo'lishini ham ta'minlaydi. Umumiy holda biz V operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalari alohidalangan deb hisoblaymiz va $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ Volterra kvadratik stoxastik operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalarini aniqlash algoritmini ifodalaymiz. Bizga $S(i_1, i_2, \dots, i_r) - S^{n-1}$ ning $e_1, \dots, e_r$ uchlariga tortilgan $(r-1)$ o'lchamli yog'i berilgan bo'lsin. $V(i_1, i_2, \dots, i_r)$ - shu yoqda V operatorning torayishi $A(i_1, i_2, \dots, i_r) - i_1, i_2, \dots, i_r$ nomerli qator va ustun kesishish joyida yotuvchi elementdan mustasno holatda barcha elementlari nol bilan almashtirilgan A matritsadan olingan kotosimmetrik matritsa.

$$T(i_1, i_2, \dots, i_r) - \{i_1\}, \{i_2\}, \dots, \{i_r\} \quad (2.12)$$

Uchlarini saqlagan T_n turnirning qism turniridir. Barcha $r-2$ noldan farqli koordinatali qo'zg'almas nuqtalardan r noldan farqli koordinatali qo'zg'almas nuqtalarga o'tishga imkon beradi.

1) Dastlab $T(i_1, i_2, \dots, i_r)$ qism turnirni tanlaymiz. Agar tanlangan qism turnir kuchli bo'lmasa, u holda $S(i_1, i_2, \dots, i_r)$ yoq r nolmas koordinatali qo'zg'almas nuqtab saqlamaydi. Bunday holda r qirrali boshqa qiasm turnirini ko'rib chiqishga o'tamiz.

2) Agar tanlangan $T(i_1, i_2, \dots, i_r)$ qism turnir kuchli bo'lishi bilan birga $S(i_1, i_2, \dots, i_r)$ yoqda saqlangan $r-2$ nolmas qo'zg'almas nuqtalardan hech bo'lmaganda bittasi $A(i_1, i_2, \dots, i_r)x \geq 0$ tengsizlikni qanoatlantirsa, u holda

$S(i_1, i_2, \dots, i_r)$ ham r noldan farqli koordinatali qo`zg`almas nuqtani saqlamaydi. Endi boshqa r qirrali qism turnirga o`tamiz.

3) Bizga $T(i_1, i_2, \dots, i_r)$ kuchli turnir berilgan bo`lsin. Unda  $r - 2$  nolmas koordinatali qo`zg`almas nuqtalardan birortasi ham $S(i_1, i_2, \dots, i_r)$ yoqda saqlanmaydi.

$$A(i_1, i_2, \dots, i_r)x \geq 0$$

Tengsizlik ham bajarilmaydi. Bunda $S(i_1, i_2, \dots, i_r)$ yoqda yotuvchi r nolmas koordinatali yagona qo`zg`almas nuqta mavjud bo`lib, bu nuqta

$$A(i_1, i_2, \dots, i_r)x = S(i_1, i_2, \dots, i_r)$$

tenglamada yotadi. Demak, biz S^{n-1} simplaks uchidan yuborilayotgan $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ Volterra kvadratik stoxastik operatorning barcha qo`zg`almas nuqtalarini topishimiz mumkin.

2.4-misol.

$$\begin{cases} x_1^I = x_1 \cdot (1 - a_1x_2 + a_2x_3 - a_3x_4 + a_4x_5) \\ x_2^I = x_2 \cdot (1 + a_1x_1 - a_5x_3 - a_6x_4 + a_7x_5) \\ x_3^I = x_3 \cdot (1 - a_2x_1 + a_5x_2 - a_8x_4 - a_9x_5) \\ x_4^I = x_4 \cdot (1 + a_3x_1 + a_6x_2 + a_8x_3 - a_{10}x_5) \\ x_5^I = x_5 \cdot (1 - a_4x_1 + a_7x_2 + a_9x_3 + a_{10}x_4) \end{cases}$$

Ko`rinishga ega  $V: S^4 \rightarrow S^4$  operator berilgan bo`lsin . Bu yerda

$0 < a_i \leq 1$, $i = 1..10$ bo`lib, bu yerdan  $A$  kososimmetrik matritsani va  $T_5$  munozarani oson topishimiz mumkin.  $T_5$  ning kuchli va u  $T(1,2,3)$ ,  $T(1,4,5)$ ,  $T(2,4,5)$ ,  $T(3,4,5)$  siklik to`rtlikni saqlashi yaqqol ko`rinib turibdi. Bu siklik uchliklar quyidagi qo`zg`almas nuqtalarni aniqlaydi

$$y^1 = \frac{1}{a_1+a_2+a_5} \cdot (a_5, a_2, a_1, 0,0); y^2 = \frac{1}{a_3+a_4+a_{10}} \cdot (a_{10}, 0,0, a_4, a_3);$$

$$y^3 = \frac{1}{a_6+a_7+a_{10}} \cdot (0, a_{10}, 0, a_7, a_6); y^4 = \frac{1}{a_8+a_9+a_{10}} \cdot (0,0, a_{10}, a_9, a_8);$$

Biz A kososimmetrik matritsani ushbu qo`zg`almas nuqtalarga ta`sir ettirib, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$A y^1 = \frac{1}{a_1 + a_2 + a_5} \cdot (0,0,0, a_3 a_5 + a_2 a_6 + a_1 a_8, -a_4 a_5 - a_2 a_7 - a_1 a_9),$$

$$A y^2 = \frac{1}{a_3+a_4+a_{10}} \cdot (0, a_1 a_{10} - a_4 a_6 + a_3 a_7, -a_2 a_{10} - a_4 a_8 + a_3 a_9),$$

$$A y^3 = \frac{1}{a_6 + a_7 + a_{10}} \cdot (-a_1 a_{10} + a_4 a_6 - a_3 a_7, 0, a_5 a_{10} - a_7 a_8 + a_6 a_9, 0,0),$$

$$A y^4 = \frac{1}{a_8 + a_9 + a_{10}} \cdot (a_2 a_{10} + a_4 a_8 - a_3 a_9, -a_5 a_{10} - a_7 a_8 - a_6 a_9, 0,0,0)$$

ko`rinib turibdiki, hech qaysi $0 < a_i \leq 1$ da $A y^1 \not\geq 0$. Masalan, agar

$$a_1 a_{10} - a_4 a_6 + a_3 a_7 > 0 \text{ va } -a_2 a_{10} - a_4 a_8 + a_3 a_9 > 0$$

bo'lsa, u holda $A y^2 \geq 0$ bo'ladi. Shu sababli ham bu holda 5 ta nolmas qo'zg'almas nuqta mavjud emas. Ushbu:

$$\Delta_1 = a_1 a_{10} - a_4 a_6 + a_3 a_7 \neq 0; \quad \Delta_2 = a_2 a_{10} + a_4 a_8 - a_3 a_9 \neq 0;$$

$$\Delta_3 = a_5 a_{10} - a_7 a_8 + a_6 a_9 \neq 0$$

mumkin bo'lgan barcha hollarni tekshirib, 5 ta noldan farqli koordinatali qo'zg'almas nuqta faqatgina $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ larning barchasi bir xil ishorali bo'lsagina mavjud bo'lishini aniqlaymiz. $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ bu sonlarning birortasi nolga teng bo'lsa, u holda alohidalangan qo'zg'almas nuqtalar ham mavjud bo'ladi va bu holatda dinamik sistema "umumiy holatda joylashmaydi". Endi biz Volterra kvadratik stoxastik operatorning qo'zg'almas nuqtalarini topologik xarakteristikalarini o'rganishni boshlaymiz. Bizga $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ Volterra kvadratik stoxastik operatori berilgan bo'lsin. Uning qo'zg'almas nuqtasi:

$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ ko'rinishida berilgan bo'lsin. Demak,

$$\bar{x}_k = \bar{x}_k \cdot \left(1 + \sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{x}_i \right), \quad k = 1..n$$

bo'ladi. Bu tenglikdan esa

$$\bar{x}_k \cdot (1 + \sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{x}_i) = 0, \quad k = 1..n \quad (2.13)$$

natijani olamiz. $I_0(\bar{x}) = \{k: \bar{x}_k = 0\}$,

$\mathfrak{S}_0(\bar{x}) = \{k: \sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{x}_i = 0\}$ tengliklar o`rinli bo`lsin. U holda (2.13) dan $I_0(\bar{x}) \cup \mathfrak{S}_0(\bar{x}) = \{1, 2, \dots, n\}$ natijaga ega bo`lamiz. Agar chegaralangan nuqtalarning hammasi alohidalangan bo`lsa, u holda $ridom S^{n-1}$ bittadan ko`p qo`zg`almas nuqta saqlay olmasligi isbotlanadi. Haqiqatdan ham,  $\bar{x}, \bar{\bar{x}} \in ridom S^{n-1}$  qo`zg`almas nuqtalar berilgan bo`lsin. Bunda

$$I_0(\bar{x}) = I_0(\bar{\bar{x}}) = \emptyset$$

bo`lib, natijada

$$\sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{x}_i = 0, \quad \sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{\bar{x}}_i = 0, \quad k = 1..n \quad (2.14)$$

$\bar{x}, \bar{\bar{x}}$ nuqtalar orqali o`tuvchi  $l$  to`g`ri chiziq va  $M = l \cap S^{n-1}$  berilgan bo`lsin. (2.14) ga ko`ra istalgan  $x \in M$  uchun  $Ax = 0$  tenglik o`rinlidir. Shu bilan bir qatorda $x \in P$ bo`lib,  $M$  kesma esa qo`zg`almas nuqtalardan tuzilgan. Shuni ham ta`kidlash joizki, M chetki nuqta alohidalangan qo`zg`almas nuqta bo`la olmaydi. Shuningdek, chegaraviy qo`zg`almas nuqtalarning alohidalanganligi barcha qo`zg`almas nuqtalarning alohidalanganligini ta`minlaydi. $\bar{x}$ chegaraviy qo`zg`almas nuqta berilgan bo`lsin. U holda

$I_0(\bar{x}) \neq \emptyset$ va $\mathfrak{S}_0(\bar{x}) \neq \emptyset$ bo`lishi ravshan.

2.4. Teorema. Agar $\bar{x}$ chegaraviy qo`zg`almas nuqtasi alohidalangan bo`lsa, u holda

$$I_0(\bar{x}) \cap I_0(\bar{\bar{x}}) = \emptyset \quad (2.15)$$

bo`ladi.

Isbot. Teskarisini faraz qilamiz. $\bar{x}$ – alohidalangan, lekin (2.15) – shart bajarilmaydigan nuqta olaylik. Umumiylikni cheksiz deb qarab,

$$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_t, 0); \quad \bar{x}_i > 0; \quad \sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{x}_i = 0, \\ k = 1..(t+1) \quad (2.16)$$

(2.16) uchun V operatorning S^{n-1} yoqqa mos keluvchi torayishini ko`rishga o`tish va o`zgaruvchilarni nomerlab qo`yish yetarlidir. Bu yerda t toq son. Binobarin ,

$$\sum_{i=1}^n a_{ki} \bar{x}_i = 0, \quad k = 1..(t+1)$$

bo`lsa , u holda  $\det A = 0$  ya`ni $rgA < k+1$. Shuning dek, kososimmetrik matritsaning rangi doim juft son bo`lsa , u holda  $rgA < k-1$  bo`ladi . Shu sababli

$$\dim Ker A \geq 2 \quad (2.17)$$

$$H_0 = \{x: \sum_{i=1}^{t+1} x_i = 0\} \quad (2.18)$$

berilgan bo`lsin . U holda  $\dim H_0 + \dim Ker A \geq t+2$  bo`ladi. Natijada , $H_0 \cap Ker A \neq \{0\}$ hosil bo`ladi. $y = (y_1, \dots, y_{t+1}) \in H_0 \cap Ker A$

ni tanlaymiz, $y_{t+1} \geq 0$ va $y \neq 0$ shartlar uchun. Ravshanki, $0 \leq e \leq e_0$, da shunday $\bar{x} + ey \in S^t$ uchun e_0 mavjud va $\bar{x}$ qo'zg'almas nuqtaning alohidalanganligini inkor qiladi. Bu ziddiyat Volterra kvadratik stoxastik operatorning umumiy ko'rinishidan alohidalanmagan qo'zg'almas nuqta faqat qo'zg'almas nuqtalaridan tashkil topgan qandaydir kesmada yotishini isbotlaydi.

2.5. Teorema. Agar barcha chegaraviy qo'zg'almas nuqtalar uchun (2.15) –shart bajarilsa u holda V operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalari alohidalangan.

Isbot. Biror $\bar{x}$ chegaraviy qo'zg'almas nuqta alohidalanmagan bo'lsin deb faraz qilamiz. U holda

$$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_t, 0); \quad t \leq n$$

deb hisoblaymiz.

$$A\bar{x} = \left(0, 0, \dots, 0, \sum_{i=1}^n a_{t+1} \bar{x}_i, \dots, \sum_{i=1}^n a_{ni} \bar{x}_i \right)$$

natijani olamiz. Olgan natijamizning so'nngi $n - t$ koordinatalari noldan farqli. Bizga $\bar{x}$ va qo'zg'almas nuqtalardan tashkil topgan M kesma berilgan bo'lsin. Bunda ikkita hol bo'lishi mumkin.

1-hol. M $\bar{x}$ ni o'zida saqlovchi S^{n-1} simpleksning eng kichik G yog'ida saqlanadi.

x^I, x^{II} - M kesmaning chetki nuqtalari bo'lsin. U holda $(x^I, \bar{x}] \subset \text{ridom } G$. Shu sababli istalgan $x \in [x^I, \bar{x}]$ uchun Ax nuqtaning t koordinatalarining birinchisi nolga teng. $x \rightarrow x^I$ da limitga o'tish orqali biz Ax^I ning t koordinatalarining birinchisi ham nol ekanligini aniqlaymiz. Binobarin, $x^I - M$

kesmaning chetki nuqtasi. Natijada, x^l nuqtaning t koordinatalari birinchilari orasidan hech bo'lmaganda bittasi nolga teng bo'ladi. U holda

$$I_0(\bar{x}) \cap I_0(\bar{x}) = \emptyset$$

teorema sharti bajarilmaydi va biz ziddiyatga uchraymiz.

2-hol. $M \subset G$ da saqlanmasin. Ya'ni $ridom M$ dan $\bar{x}$ nuqta berilsin. U holda t koordinatalarning birinchilari musbat va oxirgi $n - t$ koordinatalari orasidan hech bo'lmaganda bittasi musbat bo'lgan taqdirda ham ushbu

$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_t, \bar{x}_{t+1}, \dots, \bar{x}_n)$ tenglik o'rinli bo'ladi. Umumiyligni cheksizlik deb olganimiz sababli $\bar{x}_{t+1} > 0$ bo'ladi. Shuningdek, $\bar{x}$ -qo'zg'almas nuqta bo'lganda ham $A\bar{x}$ ning $t + 1$ koordinatalarining birinchilari nolga teng bo'ladi. Istalgan $x \in (x^l, \bar{x}]$ uchun

1) $x_i > 0$, $i = 1..(t + 1)$; 2) x - qo'zg'almas nuqtani olamiz. Shu bilan birga Ax ning $t + 1$ koordinatalari ham nolga tengdir. $x \rightarrow x^l$ limitga o'tgan paytimizda $A\bar{x}$ ning ham $t + 1$ koordinatalarining birinchilari nolga teng bo'ladi. U holda $\bar{x}$ uchun 3-shart buziladi. Yuqorida isbotlangan teoremlarni birlashtirib ushbu natijani olamiz:

2.3-natija. Barcha chegaraviy qo'zg'almas nuqtalar uchun 3-shart bajarilishi keltirilgan dinamik sistema uchun zarur va yetarlidir.

Endi biz o'rgangan qo'zg'almas nuqtalarimizning tiplari xususida fikr va mulohaza yuritamiz. Ya'ni diffeomorfizm qo'zg'almas nuqtalarining topologik tasnifini o'rganamiz. $M \subset R^n$ va $f: M \rightarrow M$ diffeomorfizm berilgan bo'lsin. Agar $f^l(\bar{x}): R^n \rightarrow R^n$ operator spektori yagona kompleks tekisligi aylanasi bilan kesishmasa, u holda f diffeomorfizmning $\bar{x} \in M$ qo'zg'almas nuqtasi giperbolik deyiladi. Giperbolik nuqtani

- 1) Agar $d(f^l(\bar{x}))$ birlik (radiusi 1 ga teng) aylanada saqlansa, *oqim* yoki *o'ziga tortuvchi* nuqta deyiladi.

- 2) Agar $d(f^I(\bar{x}))$ birlik aylanadan tashqarida yotsa, *manba* yoki *o`zidan itaruvchi* nuqta deyiladi.
- 3) Qolgan barcha hollarda esa *egarsimon* nuqta deyiladi.

2.6. Teorema. Umumiy holatda $V: S^{n-1} \rightarrow S^{n-1}$ Volterra kvadratik stoxastik operator berilsin, $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ – qo`zg`almas nuqta va $V^I(\bar{x}) - V$ ning $\bar{x}$ n-uqtadagi hosilasi. $\bar{x} - t$ – sonli noldan farqli koordinatasi bo`lsin. U holda:

- 1) 1-sodda xususiy qiymat $1 \in d(V^I(\bar{x}))$
- 2) $t - 1$ da $d(f^I(\bar{x}))$ (yagona aylanadan tashqarida yotuvchi kompleks xususiy qiymatlarning karralliligi hisobi bilan)
- 3) $n - t$ da $d(f^I(\bar{x}))$ I dan tashqari moddiy xususiy qiymat.

Ushbu teoremadan quyidagi natijalar kelib chiqadi:

2.4-natija. “Umumiy holatda” Volterra kvadratik stoxastik operatorining barcha qo`zg`almas nuqtalari giperbolik bo`ladi.

2.5-natija. Yagona o`zidan itaruvchi qo`zg`almas nuqta mavjud.

Isbot. $P - Ax \geq 0$ tengsizlik yechimlarining to`plami bo`lib S^{n-1} hamda $P \neq Q$ to`plami ekanligini hisobga olib,  $P$  qo`zg`almas nuqtalardan tashkil topganligini aniqlaymiz. Xususan  $P$  umumiy holatda joylashsa va  $P$  qavariq to`plam bo`lsa, yagona $P = \{p\}$ nuqtadan tashkil topadi.

$p = (p_1, p_2, \dots, p_t, 0, \dots, 0)$ berilgan bo`lsin, bu yerda $t \leq n$ va

$p_1 > 0, \dots, p_t > 0$. Bunda

$$\sum_{i=1}^n a_{1i} p_i = 0, \dots, \sum_{i=1}^n a_{ti} p_i = 0, \sum_{i=1}^n a_{t+1,i} p_i \neq 0, \dots, \sum_{i=1}^n a_{ni} p_i \neq 0, Ap \geq 0$$

ekanligini e`tiborga olib,

$$\sum_{i=1}^n a_{ki} p_i > 0, \quad k = (t+1)..n$$

tengsizlikni hosil qilamiz. Shu sababli

$$I_{t+1} = 1 + \sum_{i=1}^n a_{t+1,i} p_i, \dots, I_n = 1 + \sum_{i=1}^n a_{ni} p_i$$

$n - t$ moddiy xususiy qiymatlari yagona aylanadan tashqarida joylashgan. Kompleks xususiy qiymatlar doim yagona aylanadan tashqarida joylashadi. Natijada P o`zidan itaruvchi fokus bo`ladi. Xuddi shunga o`xshash

$Ax \geq 0, x \in S^{n-1}$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi yagona va hech qanday boshqa qo`zg`almas nuqta o`zidan itaruvchi bo`lolmaydi.

2.6-natija. Umumiy holatda Volterra kvadratik stoxastik operator bittadan ortiq bo`lmagan tortuvchi nuqtaga ega bo`lishi mumkin, shu bilan birga u

$$(I, \frac{1-I}{3}, \frac{1-I}{3}, \frac{1-I}{3}, 0) \rightarrow (I^2, \frac{1-I^2}{3}, \frac{1-I^2}{3}, \frac{1-I^2}{3}, 0), \quad (0 \leq I \leq 1)$$

simpleksning uchlaridan faqatgina bittasi bo`lishi mumkin.

2.7. Teorema. Agar x^* va x_* qo`zg`almas nuqtalar (p, q) juftlikni tashkil qilsa va x_* nuqtaning ba`zi atrofida  $V$  operator lokal diffeomorfizm bo`lsa, u holda x^* va x_* larni tutashtiruvchi invariant to`g`ri chiziq bor.

2.8. Teorema. $x^\circ \in \text{ri dom } S^{n-1}$ va $\{x^{(m)}\}$ - x° nuqtaning trayektoriyasi berilgan bo'lsin, u holda $\{x^{(m)}\}$ ba'zi invariant chiziqda yotadi.

II BOB bo`yicha xulosa

Dissertatsiyaning ikkinchi bobi “Evolutsion operatorlar” deb nomlangan bo`lib, unda evolutsion operatorlarning o`zi nima ekanligi, qanday hosil qilinishi, tarkibiy qismlari, uning ustida olib boriladigan matematik hisoblashlarning bajarilish tartibi, ularga oid tasdiqlar, ta`rif-u teoremlar va ularning isbotlari, xulosa-yu natijalari orqali keng yoritilishga harakat qilingan. Bob ikkita mavzudan tashkil topgan bo`lib birinchi mavzu asosan ozod populyatsiyaning evolutsion operatorlariga bag`ishlangan bo`lib, mavzu shu kunga qadar bu sohada ilmiy izlanishlar olib borayotgan akademik-olimlarimizning ilmiy asarlari, ilmiy maqolalari va mavzuga oig misollar bilan boyitilgan. Bobning ikkinchi mavzusida esa evolutsion operatorlarning qo`zg`almas nuqtalari, ularning tiplari, mazmun – mohiyati, ularni aniqlash, tekshirish usullari o`rganilgan.

III BOB . OKEAN EKOSISTEMASINING EVOLUTSION O`ZGARISHI

3.1. Okean ekosistemasining diskrit vaqt davomida o`zgarish operatori.

[2.1], [2.3], [2.4] ilmiy ishlarda biz okeandagi planktonning asosiy element azot bilan cheklanganligini ko'rib chiqamiz va tizim azot bilan yopiq deb taxmin qilamiz. Plankton ikki xil, fitoplankton yoki o'simlik plankton bo'lib, ular fotosintez va zarur elementlarni talab qiladi va fitoplankton bilan oziqlanadigan zooplankton yoki hayvonlarning planktonlari. Barcha harakatlar okeanning yaxshi aralashgan yuzasida sodir bo'ladi deb faraz qilamiz.

Biz N ni mavjud bo'lgan *azotning* konsentratsiyasi deb olaylik, okean sathining birligiga to'g'ri keladigan massa, P *fitoplankton* konsentratsiyasi va Z *zooplanktonning* konsentratsiyasi ikkalasi bir xil o'lchamda o'lchanadi, ya'ni okeanning bir tekislik yuzasiga *plankton* tarkibidagi azotning massasi sifatida. Vaqtning $t \neq 0$ momentida ekosistemaning holati $(N(t), P(t), Z(t))$ vektor bilan berilgan. Soddalashtirish uchun ushbu vektor $(x(t), y(t), z(t))$ bilan belgilaymiz. Ushbu vektorning evolyutsiyasi quyidagi operator orqali berilgan:

$$V := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z^{(1)} = z(1 - cy) + ay \end{cases} \quad (3.1)$$

Biz $x + y + z = 1$ deb hisoblaymiz va V tomonidan hosil bo'lgan dinamik sistemalarni o'rganamiz. Diskret vaqt dinamik sistemasini aniqlash funksiyasini hisoblaymiz: $X \rightarrow X$. $x \in X$ uchun $f^n(x)$ f ning n -tartibli tarkibi. (ya'ni f dan x gacha bo'lgan vaqtning iteratsiyasi)

$$f^n(x) = \underbrace{f(f(f \dots (f(x)))) \dots}_{n \text{ vaqtda}}.$$

Izoh-3.1. Ixtiyoriy olingan $x_0 \in X$ va $f: X \rightarrow X$ uchun diskret-vaqt dinamik sistemasi (yoki x_0 trayektoriyasi) – bu undagi nuqtalar ketma-ketligi

$$x_0, x_1 = f(x_0), x_2 = f^2(x_0), x_3 = f^3(x_0), \dots \quad (3.2)$$

ko`rinishida bo`ladi.

Izoh-3.2. A to`plamdagi  $x \in X$  nuqta  $f(x) = x$  tenglikni qanoatlantirsa,  $x$  berilgan operatorning qo`zg`almas nuqtasi deyiladi.  $Fix(V)$  orqali barcha qo`zg`almas nuqtalar to`plamini belgilaymiz.

Ushbu dissertatsiya izlanishlari natijasida biz f va boshlang'ich nuqta x_0 funksiyasi ketma-ketligi berilgan (3.1) ketma-ketlik bilan nima sodir bo'lishini aniqlaymiz. Shu bilan bir qatorda, $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ ning chegarasi bor, yo`qligini aniqlab, yo'q bo'lsa, ketma-ketlikning chegaraviy nuqtalari to'plami nima bo'lishini o`rganamiz. Bu chegaraviy nuqtalar to'plami cheklanganmi yoki cheksizmi degan savollarni javobini izlaymiz. V evolutsion operatorning qo`zg`almas nuqtalari $V(x, y, z) = (x, y, z)$ tenglamaning yechimidir. Shuning uchun:

$$\begin{cases} x = x(1 - b + dy) \\ y = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z = z(1 - cy) + ay \end{cases} \quad (3.3)$$

ham ushbu tenglamalar sistemasini yechamiz.

1 - hol : $x = 0, y = 0$. Bunday holda (3.2) dan biz (0,0,1) yechimni olamiz.

2 - hol : $x = 0, y \neq 0$ bo`lganida esa

$$\begin{cases} y = y(1 - a + cz) \\ z = z(1 - cy) + ay \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\begin{cases} (cz - a)y = 0 \\ cyz = ay \end{cases} \quad (3.5)$$

bo`ladi. Shunday qilib,  $V$  ning belgilangan q`zg`almas nuqtasi

$$(0; 1 - \frac{a}{c}; \frac{a}{c})$$

3 - hol : $x \neq 0, y = 0$. Ushbu holda dinamik sistemamizning ko`rinishi quyidagicha :

$$\begin{cases} x = x(1 - b) \\ 0 = bx \\ z = z \end{cases} \quad (3.6)$$

Bo`lib ,  $b \neq 0$  bo'lsa, ushbu sitemaning yechimi yo'qligini osongina ko`rishimiz mumkin. $b = 0$ bo'lsa, bizda cheksiz ko'p sonli $(x, 0, 1 - x)$ yechimlar bor, bu yerda x noma`lum

4 - hol : $x \neq 0, y \neq 0$ bo`lganda esa

$$\begin{cases} x(dy - b) = 0 \\ y(dx + a - cz) = bx \\ zyc = ay \end{cases}$$

$$\begin{cases} x \neq 0 \Rightarrow y = \frac{b}{d} \\ y \neq 0 \Rightarrow z = \frac{d}{c} \\ x + y + z = 1 \Rightarrow x = \frac{cd - bc - ad}{cd} \end{cases}$$

Shunda $Fix(V)$ ning nuqtasi $(\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}; \frac{d}{c})$ bo`ladi. Endi biz trayektorianing operatorni tashkil qilgan har bir parametr bilan bog`liqligini, ularga mutanosib ravishda trayektorianing o`zgarib borishini tadqiq qilamiz.

1. $c = d = 0$. Bunda o`rganilayotgan operatorning ko`rinishi

$$V(x, y, z) := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b) \\ y^{(1)} = y(1 - a) + bx \\ z^{(1)} = z + ay \end{cases}$$

kabi bo`lib, quyidagi holatlar mavjud:

1.1. $a = b = 0$. Bu holatda bizda

$$V(x, y, z) = \begin{cases} x^{(1)} = x \\ y^{(1)} = y \\ z^{(1)} = z \end{cases}$$

Sistema hosil bo`ladi va natijada  $V$  operator bilan ifodalanayotgan evolutsion sistemani hosil qilgan belgilar vaqt o`tgani sayin o`zgarmasligi kelib chiqadi.

1.2. $a \in (0, 1]$, $b = 0$ holatda esa operatorimiz

$$V(x, y, z) = \begin{cases} x^{(1)} = x \\ y^{(1)} = y(1 - a) \\ z^{(1)} = z + ay \end{cases}$$

ko`rinishida bo`lib, biz ushbu dinamik sistemani hosil qilamiz:

n

$$\begin{cases} x^{(2)} = x^{(1)} = x \\ y^{(2)} = y^{(1)}(1 - a) = y(1 - a)^2 \\ z^{(2)} = z^{(1)} + ay^{(1)} = z + ay + ay(1 - a) \end{cases}$$

Xuddi shu tarzda davom ettirib, dinamik sistemaning n -sistemasini ham hosil

$$\begin{cases} x^{(n)} = x \\ y^{(n)} = y(1-a)^n \\ z^{(n)} = z + (1 + (1-a) + (1-a)^2 + \dots + (1-a)^{n-1})ay \end{cases}$$

Hosil qilingan n -sistemasining limitini hisoblash orqali biz ushbu evolutsion sistemaning tanlangan holatda ko'p yillar o'tib o'zini qanday tutishini bilib olamiz. Bizda ushbu natijalar hosil qilindi:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} V^n(x, y, z) = \lim_{n \rightarrow \infty} (x^{(n)}, y^{(n)}, z^{(n)}) = (x, 0, 1-x)$$

hosil bo'ladi. Demak, ko'p yillar o'tib bu holatda ikkinchi belgi butkul yo'qolib ketar ekan.

1.3 $a \neq 0$, $b \in (0, 1]$. Bu holatda bizda

$$V(x, y, z) := \begin{cases} x^{(1)} = x(1-b) \\ y^{(1)} = y(1-a) + bx \\ z^{(1)} = z + ay \end{cases}$$

$$\begin{cases} x^{(2)} = x^{(1)}(1-b) = (1-b)^2 x \\ y^{(2)} = y^{(1)}(1-a) + bx^{(1)} = [y(1-a) + bx](1-a) + bx(1-b) = (1-a)^2 y + ((1-a) + (1-b))bx \\ z^{(2)} = z^{(1)} + ay^{(1)} = z + (1 + (1-a))ay + abx \end{cases}$$

Xuddi shu tarzda evolutsiyaning keyingi avlodlarini ham hosil qilamiz. Bizda bor $x^{n+1} = (1-b)^n x^{(0)}$ shuning uchun $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n = 0$. Shuningdek, bizda bo'ladi

$$z^{n+1} = z^n + ay^n \geq z^n.$$

Natijada, z^n monoton boʻlib rivojlanishi va bogʻlanishi yuqoridagi 1-holatdek boʻladi. Shuning uchun z^n ning chegarasi boʻladi va $y^n = 1 - y^n - z^n$ ning ham chegarasi bor. Demak evolutsion operatorning n - sistemasining limiti

$$\lim_{n \rightarrow \infty} V^n(x, y, z) = \lim_{n \rightarrow \infty} (x^{(n)}, y^{(n)}, z^{(n)}) = (0, 0, 1)$$

boʻlib, $n \rightarrow \infty$ intiganda $(0, 0, 1)$ ga intiladi.

1.4 $a = 0, b \neq 0$. Ushbu holatda bizda:

$$V(x, y, z) := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b) \\ y^{(1)} = y + bx \\ z^{(1)} = z \end{cases}$$

Koʻrinishga kelgan operatorimizning oddiy hisob-kitoblar orqali dinamik sistemasini hosil qilamiz.

$$\begin{cases} x^{(2)} = x^{(1)}(1 - b) = (1 - b)^2 x \\ y^{(2)} = y^{(1)} + bx^{(1)} = y + bx + bx(1 - b) = y + (1 + (1 - b))bx \\ z^{(2)} = z^{(1)} = z \end{cases}$$

Takroran biz kuzatishimiz mumkinki

$$\begin{cases} x^{(n)} = x(1 - b)^n \\ y^{(n)} = y + (1 + (1 - b) + (1 - b)^2 + \dots + (1 - b)^{n-1})bx \\ z^{(n)} = z \end{cases}$$

Shuning uchun

$$\lim_{n \rightarrow \infty} V^n(x, y, z) = \lim_{n \rightarrow \infty} (x^{(n)}, y^{(n)}, z^{(n)}) = (0, 1 - z, z)$$

2. $c = 0, d \neq 0$. Ushbu holatda bizda

$$V(x, y, z) := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - a - dx) + bx \\ z^{(1)} = z + ay \end{cases}$$

2.1. $a = b = 0$. So`ng

$$V(x, y, z) := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx) \\ z^{(1)} = z \end{cases}$$

boshlang`ich nuqta uchun  $t = (x, y, z)$  bo`lgan trayektoriya
 $t^{(n)} = (x^{(n)}, y^{(n)}, z^{(n)})$, quyidagicha bo`ladi

$$\begin{cases} x^{(n+1)} = x^n(1 + dy^n) \\ y^{(n+1)} = y^n(1 - dx^n) \\ z^{(n+1)} = z^n \end{cases}$$

Ushbu sistemadan shu narsa aniq bo`ladiki x^n va y^n ketma-ketlik monotondir va har qanday $d \neq 0$ (holati $d = 0$ dinamik sistema uchun katta ahamiyat kasb etmaydi, shuning uchun inobatga olmaymiz).
 bo`lganda dinamik sistemaning qo`zg`almas nuqtalari

$$\lim_{n \rightarrow \infty} t^n = \begin{cases} (0, 1 - z, z) & \text{if } d < 0 \\ (1 - z, 0, z) & \text{if } d > 0 \end{cases}$$

larga intiladi.

2.2. $a = 0, b \neq 0$. Ushbu holatda operatorning ko`rinishi

$$V(x, y, z) := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx) + bx \\ z^{(1)} = z \end{cases}$$

tarzda bo`lib, uning keyingi sistemalarini ifodalash birmuncha murakkablik tug`diradi. Shu sababli ham biz uning faqatgina biriktirilgan qismini olamiz:

$$\left(\frac{d - b - dz}{d}; \frac{b}{d}; z\right)$$

Qolgan trayektoriya holatlarini o`rganish ham qiyin bo`lib, biz ularni quyidagi ro`yxatda beramiz va $Fix(V)$ deb belgilaymiz:

$$Fix(V) = \begin{cases} (x; y; z), & \text{agar } c = d = b = a = 0 \\ (x; 0; 1 - x), & \text{agar } a \neq 0, b = c = d = 0 \\ (0; 0; 1), & \text{agar } ab \neq 0, d = 0 \\ (0; 1 - z; z), & \text{agar } b \neq 0, c = d = a = 0 \\ (1 - z; 0; z), & \text{agar } a = b = c = 0, d > 0 \\ \left(\frac{d-b-dz}{d}; \frac{b}{d}; z\right) & \text{agar } a = c = 0, d \neq 0, b > 0 \\ (0; \bar{y}; 1 - \bar{y}) & \text{agar } a = c = 0, d \neq 0, b < 0 \\ (\bar{x}; 0; 1 - \bar{x}) & \text{agar } b = c = 0, ad \neq 0 \\ \left(x; 1 - x - \frac{a}{c}; \frac{a}{c}\right) & \text{agar } b = d = 0, a \neq 0, c > 0 \\ (x; 0; 1 - x), & \text{agar } b = d = 0, ac \neq 0, c < 0 \\ (0; 0; 1), & \text{agar } d = 0, b \neq 0, c \leq a \text{ or } y = 0 \\ \left(0; 1 - \frac{a}{c}; \frac{a}{c}\right) & \text{agar } d = 0, b \neq 0, c > a, y > 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

3.2. Okean ekosistemasining evolutsion operatorining qo'zg'almas nuqtalari, ularning nomlanishi, biologik talqini.

Biz ushbu tadqiqot ishining 3-bobining 2-mavzusida shu bobning 1-mavzusida o'rganilgan okean ekosistemi (3.1) evolutsion operatorining aniqlangan qo'zg'almas nuqtalarining tipini, nomlanishini va chegaralanishini aniqlash uchun ilmiy metodlardan foydalangan holda izlanishlar olib boramiz. Qo'zg'almas nuqtalarning giperbolikmas, giperbolik, itaruvchi, tortuvchi va egar nuqta bo'lishlari uchun operatorni tashkil etgan parametrlarga qo'yilgan shartlar aniqlangan.

$V(x, y, z)$ operatorning qo'zg'almas nuqtalari uchun quyidagi ta'rifni kiritamiz. A to'plam V operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalari to'plami bo'lsin.

Ta'rif¹. A to'plamdagi p o'zgarmas nuqta uchun $V: R^m \rightarrow R^m$ operatorning Yakobian matritsasi $J = J(p)$ ning xos qiymatlaridan birotasi ham 1ga teng bo'lmasa, p giperbolik qo'zg'almas nuqta deyiladi. Giperbolik qo'zg'almas nuqtalarning uch turi mavjud:

- 1) $J(p)$ matritsaning barcha xos qiymatlarining absolyut qiymati 1 dan kichik bo'lsa, p *tortuvchi* qo'zg'almas nuqta;
- 2) $J(p)$ matritsaning barcha xos qiymatlarining absolyut qiymati 1 dan katta bo'lsa, p -*itaruvchi* qo'zg'almas nuqta; Aks holda p -*egar nuqtadir*.

3.1. Lemma. (1)–sonli operatorning qo'zg'almas nuqtalari quyidagilardan iborat bo'lib,

$$\lambda_0 = (0; 0; 1) \quad \lambda_1 = (0; 1 - \frac{a}{c}; \frac{a}{c}) \quad \lambda_0 = (\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}; \frac{a}{c}) \quad , \text{ bunda}$$

parametrlar quyidagi shartlarni qanoatlantiradi.

Ta'rif¹ – U.A. Rozikov, S.K. Shoyimardonov, *On ocean ecosystem discrete time dynamics generated by ell-Volterra operators.* } Inter. Jour. Biomath. 12(2) (2019) 1950015, (24 pages)

λ_1 nuqta uchun:

$$0 \leq \frac{a}{c} \leq 1 \Rightarrow \begin{cases} a = 0 \text{ bo'lsa, } c > a \\ a > 0 \text{ bo'lsa, } c \geq a \\ a < 0 \text{ bo'lsa, } c < a \end{cases}$$

λ_2 nuqta uchun:

$$d \neq 0, c \neq 0 \Rightarrow \begin{cases} b = 0 \text{ bo'lsa, } c > d \\ b > 0 \text{ bo'lsa, } c > d, d > b \\ b < 0 \text{ bo'lsa, } d < b, c < d \end{cases}$$

Isbot. 1-operatorning qo'zg'almas nuqtalarini topishimiz uchun

$V(x, y, z) = (x, y, z)$ sistemani yechishimiz kerak.

$$\begin{cases} x = x(1 - b + dy) \\ y = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z = z(1 - cy) + ay \end{cases} \quad (3.8)$$

Biz o'zgaruvchilarning mumkin bo'lgan hollari va $x + y + z = 1$ ekanligidan foydalanib, quyidagi natijalarni olamiz.

1- hol. $x = 0, y = 0$. Ushbu holda (3.8)-tenglamalar sistemasining yechimi $(0; 0; 1)$ ekanligi osongina ko'rinib turibdi.

2 - hol. $x = 0, y \neq 0$. Ushbu holda (3.8)-sistemadan quyidagi

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = y(1 - a + cz) \\ z = z(1 - cy) + ay \end{cases}$$

tenglamalar sistemasi hosil bo`ladi. Uni yechib,  $\lambda_1 = (0; 1 - \frac{a}{c}; \frac{a}{c})$  qo`zg`almas nuqtani olamiz.

3 - hol. $x \neq 0, y = 0$. Ushbu holda

$$\begin{cases} x = x(1 - b) \\ bx = 0 \\ z = z \end{cases}$$

biz xuddi 1-holdagi qo`zg`almas nuqtaga ega bo`lamiz.: $(0; 0; 1)$

4 - hol. $x \neq 0, y \neq 0$. Bu holda (3.8)-tenglamalar sistemasning ko`rinish

$$\begin{cases} bx = dxy \\ dxy = (cz - a)y + bx \\ cyz = ay \end{cases}$$

kabi bo`lib, yuqoridagi shartlardan foydalanib,  $(\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}; \frac{a}{c})$  qo`zg`almas nuqtani olamiz. Lemma isbotlandi.

z o`zgaruvchi x va y ning funksiyasi ekanligidan foydalanib quyidagi trayektoriyani olamiz:

$$W := \begin{cases} x' = x(1 - b + dy) \\ y' = y(1 - dx - a + c(1 - x - y)) + bx \end{cases} \quad (3.9)$$

Bu yerda $x + y \leq 1$ bo`lib, W operator uchun 3 ta shartli holat mavjud:

$$\lambda_0 = (0; 0) \quad \lambda_1 = (0; 1 - \frac{a}{c}) \quad \lambda_2 = (\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d})$$

3.1-Teorema. Quyidagi munosabatlar o`rinlidir:

$$1) \lambda_0 = \begin{cases} \text{giperbolikmas, agar} & b = 0 \text{ yoki } a = c \text{ bo`lsa} \\ \text{tortuvchi, agar} & a > c \text{ bo`lsa} \\ \text{egar nuqta, agar} & a < c \text{ bo`lsa} \end{cases}$$

$$2) \lambda_1 = \begin{cases} c = a \neq 0 \text{ bo`lib} & \begin{cases} b = 0 \text{ bo`lsa, giperbolikmas} \\ b > 0 \text{ bo`lsa, tortuvchi} \\ b < 0 < \text{bo`lsa, itaruvchi} \end{cases} \\ c > a > 0 \text{ yoki } c < a < 0 \text{ bo`lib} & \begin{cases} b \geq d \text{ bo`lsa, tortuvchi} \\ b < d \text{ bo`lsa, egar nuqta} \end{cases} \end{cases}$$

$$3) \lambda_2 = \begin{cases} a = c > 0 \text{ bo`lib} & \begin{cases} b = 0 \text{ bo`lsa, giperbolikmas} \\ b > 0 \text{ bo`lsa, itaruvchi} \\ b < 0 \text{ bo`lsa, tortuvchi} \end{cases} \\ c > a > 0 \text{ yoki } c < a < 0 \text{ bo`lib} & \begin{cases} b \geq d \text{ bo`lsa, itaruvchi} \\ b < d \text{ bo`lsa, egar nuqta} \end{cases} \end{cases}$$

bo`ladi.

Isbot: (3.9)-sistemaning Yakobiani

$$J = \begin{bmatrix} 1 - b + dy & dx \\ -(c + d)y + b & 1 - (c + d)x - a + c - cy \end{bmatrix}$$

ko`rinishida bo`ladi. $\lambda_0 = (0; 0)$ qo`zg`almas nuqta uchun

$$J = \begin{bmatrix} 1 - b & 0 \\ b & 1 - a + c \end{bmatrix}$$

Bo`lib, bizga ma`lumki, diagonal, quyi uchburchak va yuqori uchburchak matritsalarining xos qiymatlari bosh diagonalidagi elementlariga teng. Demak,

$\mu_1 = 1 - b$, $\mu_2 = 1 - a + c$ xos qiymatlari mavjud.

- Agar $b = 0$ yoki $a = c$ da λ_0 giperbolikmas qo`g`almas nuqta;
- $c > a > 0$ va $b < 0$ bo`lganida λ_0 itaruvchi nuqta;
- $c < a < 0$ va $b < 0$ yoki $c > a > 0$ va $b > 0$ bo`lganida, λ_0 egar nuqta.

Endi λ_1 nuqtaning tipini aniqlash uchun unga mos Yakobianni hosil qilamiz.

$$J(\lambda_1) = \begin{bmatrix} 1 - b + \frac{d(c-a)}{c} & 0 \\ \frac{-(c+d)(c-a) - cb}{c} & 1 \end{bmatrix}$$

Matritsa quyi uchburchak shaklida, demak uning xos qiymatlari bosh diagonal elementlariga teng va ulardan biri ,

$\mu_1 = 1 - b + \frac{d(c-a)}{c}$ va $\mu_2 = 1$. λ_1 nuqta $\mu_2 = 1$ ekanligidan giperbolikmas nuqta. Lekin 2-xos qiymat hisobiga u tiplarga ajralishi mumkin. Buni aniqlash uchun μ_1 xos qiymatni yuqoridagi shartlarda tekshiramiz. Natijada quyidagilarni hosil qilamiz.

- $c = a \neq 0$ bo`lib  $\begin{cases} b = 0 \text{ bo`lsa, giperbolikmas} \\ b > 0 \text{ bo`lsa, tortuvchi} \\ b < 0 \text{ bo`lsa, itaruvchi} \end{cases}$
- $c > a > 0$ yoki $c < a < 0$ bo`lib  $\begin{cases} b \geq d \text{ bo`lsa, tortuvchi} \\ b < d \text{ bo`lsa, egar nuqta} \end{cases}$

Endi λ_2 nuqtaning Yakobian matritsasini ko`ramiz.

$$J(\lambda_2) = \begin{bmatrix} 1 & \frac{cd - ad - bc}{c} \\ -\frac{bc}{d} & 1 - \frac{(c+d)(cd - ad - bc)}{cd} - a + c - \frac{bc}{d} \end{bmatrix}$$

Hisoblashlardan so`ng matritsamizning ko`rinishi

$$J(\lambda_2) = \begin{bmatrix} 1 & \frac{cd - ad - bc}{c} \\ -\frac{bc}{d} & 1 + b - d + \frac{ad}{c} \end{bmatrix}$$

kabi bo`ladi. Yakobian matritsaning xos qiymatlarini aniqlaymiz.

$$\begin{vmatrix} 1 - \mu & \frac{cd - ad - bc}{c} \\ -\frac{bc}{d} & 1 + b - d + \frac{ad}{c} - \mu \end{vmatrix} = 0$$

Ushbu determinantni hisoblab, μ ga bog`liq kvadrat tenglamaning diskriminanti

$$D = \left[(b - d) + \frac{ad}{c} \right]^2$$

ekanligini aniqlaymiz. Bundan

$$\mu_{1,2} = \frac{2 + b - d + \frac{ad}{c} \pm (b - d) + \frac{ad}{c}}{2}$$

ekanligi kelib chiqadi.

$$\mu_1 = 1 - \left(d - b - \frac{ad}{c}\right), \quad \mu_2 = 1$$

Demak, λ_2 nuqta ham $\mu_2 = 1$ ekanligidan giperbolikmas nuqta, lekin μ_1 ning hisobiga u ham tiplarga ajraladi. Agar

- $a = c > 0$ bo`lib  $\begin{cases} b = 0 & \text{bo`lsa, giperbolikmas} \\ b > 0 & \text{bo`lsa, itaruvchi} \\ b < 0 & \text{bo`lsa, tortuvchi} \end{cases}$
- $c > a > 0$ yoki $c < a < 0$ bo`lib  $\begin{cases} b \geq d & \text{bo`lsa, itaruvchi} \\ b < d & \text{bo`lsa, egar nuqta} \end{cases}$

bo`ladi. Endi ko`rilayotgan (3.1) okean ekosistemasining evolutsion operatorining chegaraviy nuqtalari haqida fikr yuritamiz. Chegaraviy nuqtalar shu operator orqali tekshirilayotgan organizmlarning ko`p yillardan keyingi holati, ya`ni ulardagi ko`rilayotgan biror nasliy belgining yo`qolishi yoki ko`payib ketishini ko`rsatadi. (3.1) operatorning boshlang`ich nuqtasi:  $\lambda^{(0)} = (x^{(0)}, y^{(0)}, z^{(0)})$  bo`lsin. $\lambda^{(0)}$ boshlang`ich nuqtasiga ega bo`lgan yuqoridagi operatorning chegaraviy nuqtalarini topamiz.

1-hol. $x^{(0)} = y^{(0)} = 0$ bo`lganida chegaraviy nuqta  $\lambda^{(0)} = (0; 0; 1)$  bo`ladi.

Isbot. $x + y + z = 1$ ekanligidan $z = 1 - x - y$ bo`ladi. Biz sistemani ikki o`zgaruvchili sistemaga almashtiramiz.

$$\begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx - a + c(1 - x - y)) + bx \end{cases}$$

$$\begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - a - (c + d)x + c - cy) + bx \end{cases} \quad (3.10)$$

(3.1)- operatorning (3.10)- sistemaga nisbatan invariant to`plamlari quyidagilardan iborat:

$$N_1 = \{\lambda = (x, y): x = 0\}, \quad N_2 = \{\lambda = (x, y): y = 0\}$$

$W(M_i) \subset N_i$, $i=1,2$ ekanligidan foydalangan holda (3.1)-operatorning chegaraviy nuqtalarini topamiz.

N_1 uchun.

$$y^{(1)} = y(1 - a - (c + d)x + c - cy) + bx = \varphi(y)$$

$$\varphi(y) = y(1 - a + c - cy), \quad y \in [0; 1]$$

$\varphi(y)$ harakat trayektoriyasi 2 ta qo`zg`almas nuqtaga ega: $y_1 = 0$, $y_2 = 1 - \frac{a}{c}$

Shu bilan birga

$$\varphi^{(1)}(y) = 1 - a + c - cy + (-c) = 1 - a + c - 2cy$$

$$\varphi^{(1)}(0) = 1 - a + c \quad \text{bo`lib, bundan:}$$

$$y = 0 \text{ qo`zg`almas nuqta} \begin{cases} \text{tortuvchi, agar } a > c \text{ bo`lsa} \\ \text{giperbolikmas, agar } a = c \text{ bo`lsa} \\ \text{itaruvchi, agar } a < c \text{ bo`lsa} \end{cases}$$

Xuddi shunga o`xshab,  $y = 1 - \frac{a}{c}$  qo`zg`almas nuqta ham

$$y = 1 - \frac{a}{c} \text{ nuqta} \begin{cases} \text{tortuvchi, agar } a < c \text{ bo`lsa} \\ \text{giperbolikmas, agar } a = c \text{ bo`lsa} \\ \text{itaruvchi, agar } a > c \text{ bo`lsa} \end{cases}$$

bo`ladi. Bundan tashqari,  $a \geq c$  bo`lganida

$$\varphi(y^{(0)}) = y^{(0)}(1 - a + c - cy^{(0)}) \leq y^{(0)}(1 - a + c) \leq y^{(0)} \quad \text{bo`lib, bundan}$$

$$y^{(n)} = \varphi^n(y^{(0)})$$

ketma-ketlikning kamayuvchiligi kelib chiqadi. Shunday qilib,

$$y^{(0)} \in [0; 1] \text{ uchun} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \begin{cases} 0, \text{ agar } a \geq c \\ 1 - \frac{a}{c}, \text{ agar } a < c \end{cases} \quad \text{bo`ladi.}$$

N_2 uchun.

Endi N_2 invariant to`plam uchun tekshiramiz. $N_2 = \{\lambda = (x, y): y = 0\}$

$$x^{(1)} = x^{(0)}(1 - b + d y^{(0)}) = x^{(0)}(1 - b)$$

Ushbu trayektoriyaning chegarasi

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x^{(n)} = \lim_{n \rightarrow \infty} (1 - b)^n x = \begin{cases} 0, & \text{agar } b > c \text{ yoki } x = 0 \\ x, & \text{agar } b = c \text{ bo'lsa} \end{cases}$$

ekanligi yaqqol ko`rinib turibdi. Demak, boshlang`ich nuqta N_i , $i=1,2$ invariant to`plamlaridan olinganda harakat va uning chegarasi aniq bo`lar ekan va bu chegaraviy nuqta $\lambda_0 = (0,0,1)$ ga teng bo`lar ekan.

$$\textbf{2-hol. } x^{(0)} \neq 0, \quad y^{(0)} \neq 0$$

$$\begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx - a + cz) + bx \end{cases}$$

Ushbu holda (3.1)- operatorning qo`zg`almas nuqtasi $(\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}; \frac{a}{c})$ bo`ladi.  $c < 0$  yoki  $b > d$  bo`lganida hodisa aniqlanmagan. Chunki bu holda qo`zg`almas nuqtaning koordinatalari manfiy bo`lib qoladi. Bu esa mumkin emas. Bundan $\lambda_0 = (0,0,1)$ nuqtaning global tortuvchi nuqta ekanligi kelib chiqadi. Demak,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda^n = \lambda_0$$

$c \geq a$ va $d > b$ bo'lganda esa

$$x^{(1)} = x^{(0)}(1 - b + dy) \geq x^{(0)}$$

$$y^{(1)} = y^{(0)}(1 - a - dx^{(0)} + cz^{(0)}) + bx^{(0)} = y^{(0)}(1 - a) - x^{(0)}(dy - b) + cz^{(0)}y^{(0)} < y^{(0)}(1 - a) + cz^{(0)}y^{(0)} \leq y^{(0)} \text{ bo'ladi.}$$

3.2. Lemma. $c \geq a$ va $d > b$ bo'lgan holda $z \leq \frac{ay+dx+bx}{cy}$ tengsizlik o'rinli va undan $z^{(n)}$ ketma-ketlikning chegaralanganligi kelib chiqadi.

Isbot.

$$z \leq \frac{ay + dx + bx}{cy}$$

$$cyz \leq ay + dx - bx$$

$$1 + cyz \leq 1 + ay + dx - bx$$

$$x + y + z \leq 1 + ay + dx - cyz - bx$$

$$z = 1 - x - y + ay + dx - cyz - bx$$

$$z \leq 1 - x - [(1 - a - dx + cz) + bx].$$

Shu tariqa lemma isbotlandi.

$c > a$, $d > b > 0$ bo'lganda esa trayektoriyaning chegaralangan ekanligini aniqlash oson emas. Shuning uchun parametrlarning aniq qitmatlari uchun ushbu chegaralarni raqamli ravishda o'rganamiz.

$$c = \frac{3}{4}; a = \frac{1}{4}; d = 1; b = \frac{1}{2}.$$

Bunda sistemaning ko`rinishi quyidagicha bo`ladi:

$$\begin{cases} x^{(1)} = x\left(1 - \frac{1}{2} + y\right) \\ y^{(1)} = y\left(1 - \frac{1}{4} + \frac{3}{4} - \left(\frac{3}{4} + 1\right)x + \frac{3}{4}y\right) + \frac{1}{2}x \end{cases}$$

$$\begin{cases} x^{(1)} = x\left(\frac{1}{2} + y\right) \\ y^{(1)} = y\left(\frac{3}{2} - \frac{7}{4}x - \frac{3}{4}y\right) + \frac{1}{2}x = \frac{3}{2}y - \frac{7}{4}xy - \frac{3}{4}y^2 + \frac{1}{2}x. \end{cases}$$

$$\begin{cases} x^{(1)} = x\left(\frac{1}{2} + y\right) \\ y^{(1)} = \frac{3}{2}y - \frac{7}{4}xy - \frac{3}{4}y^2 + \frac{1}{2}x. \end{cases}$$

Ushbu sistemani yechib,

$\lambda_2 = (0,17 ; 0,5 , 0.33)$ qo`zg`almas nuqtani hosil qilamiz.

Endi tadqiqotimizning biologik mazmun-mohiyatini yoritishga harakat qilamiz.

Matematika fani azal-azaldan barcha fanlarning yuksalishi va rivoji uchun muhim tayanch fan hisoblanadi. Xususan biologiya, ekologiya. geologiya kabi tabiiy fanlarning ham. Biz bu fanlar o`rganadigan hodisalarni matematik modellashtirishga harakat qilamiz. Matematik biologiyada Volterra kvadratik stoxastik operatori evolutsiya operatori hisoblanadi. Biror organizmning evolutsiyasini ifodalovchi operatorning qo`zg`almas nuqtalari populyatsiyaning muvozanatini tashkil qiladi.  $x^{(0)} \in S^{(n-1)}$  nuqta populyatsiyaning ilk, boshlang`ich holati, $Vx^{(0)}, V^2(x^{(0)}), \dots$ lar esa biror muddatdan keyingi holati va $V^{-1}(x^{(0)}), V^{-2}(x^{(0)}), \dots$ lar esa avvalgi avlodlarning populyatsiya holati hisoblanadi. Operatoridagi o`zgaruvchilar evolutsiyada qaralayotgan organizmlar turlarini ifodalaydi. Masalan, n ta turdan tashkil topadigan qandaydir biologik

sistemaning evolutsiyasi V -Volterra kvadratik stoxastik operatori deyiladi. Evolutsiyaning har bir avlodiga ya'ni individga faqat ota-onalaridan birining belgisi meros bo'lishi mumkin. Agar ko'rilayotgan V operator "Umumiy holat"da joylashadi deb taxmin qilinsa, u uchun quyidagi mulohazalar o'rinlidir:

a) Ko'rilayotgan biologik sistema n dan bo'lgan barqaror holatga ega bo'lib, bu yerda n chekli.

b) Bir qancha vaqt o'tib ba'zi belgi-xususiyatlar organizm avlodlarida yo'qolib ketishi yoki o'sishi mumkin.

c) Berilgan biologik sistemaning avvalgi avlodlari bir xil ma'noda tiklanadi, ya'ni biz biologik sistema orqali ifodalanilayotgan populyatsiya holatini aniqlab, barcha oldingi avlodlardagi populyatsiya holati bir xilda tavsiflanadi.

d) Har qanday organizmlarning ibtidosi bo'lgani kabi, istalgan evolutsion operatorning ham boshlang'ich nuqtasi mavjuddir.

e) Qo'zg'almas nuqtalarning atrofiga yuborish vaqtini biologik tarzda quyidagicha talqin qilinadi: O'rganilayotgan biologik sistemada keskin o'zgarish ya'ni bir barqaror holatning atrofidan boshqa bir barqaror holatning atrofiga o'tish, tarixiy davrlardagi o'zgarishlar sababidir. Barqaror holatlardan birining atrofida yetarlicha uzoq vaqt mobaynida asta-sekin o'zgarishlar to'planadi, keyin qisqa vaqtda keskin o'zgarishga o'tadi. Natijada populyatsiya boshqa barqaror holatning atrofida bo'ladi.

Biz evolutsion operatorlarning chegaraviy nuqtalarini aniqlash orqali o'rganilayotgan biologik sistema orqali ifodalangan populyatsiyadagi turlarning bir qancha vaqtdan keying avlodlarning holatini aniqlaymiz.

III BOB bo'yicha xulosa

Dissertatsiyaning uchinchi bobi uning yangilik qismi hisoblanadi. Bobda yuqoridagi ikkala bobda o'rganilgan bilimlar, nazariyalardan kelib chiqqan holda bir okean ekosistemasining ushbu:

$$V(x, y, z) = \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z^{(1)} = z(1 - cy) + ay \end{cases}$$

evolutsion operatori o'rganilgan. Ushbu operatorning qo'zg'almas nuqtalari topilgan, tekshirilgan, bu qo'zg'almas nuqtalarning tiplari, xususiyatlari aniqlangan va evolutsion operatorning chegaraviy nuqtalari ko'rsatilgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu magistrlik dissertatsiyasida dinamik ekosistemalarning evolutsion operatorlari mavzusida ilmiy izlanishlar olib borildi. Dissertatsiyani yozish davomida :

1. Ekosistemalar , ularning tarixi , hosil bo`lishi , paydo bo`lishi , tuzilishi va tarkibiga ko`ra turlari , keltirilgan ekosistema turlarining o`ziga xosligi , tabiiy sharoitlari , ularda o`sadigan o`simliklar turlari o`rganildi.

2. Ekosistemani tashkil etuvchi organizmlar populyatsiyasi jarayoni , bu jarayonni evolutsion operatorlar orqali ifodalash usullari , evolutsion operatorlarning dinamik sistemalari , bu sistemalarning mazmun-mohiyati , evolutsion operatorlar ustida matematik hisoblashlarni amalga oshirish usullari, ilmiy0amaliy metodlari kabi jihatlari bugunga qadar bu sohada ilmiy izlanishlar olib brogan olimlarimiz asarlari , ilmiy maqolalari, soha doirasidagi adabiyotlardan foydalanib o`rganildi, mavzuga oid ta`rif , teorema, tasdiq , natija va misollar bilan boyitilib bayon qilindi.

3. Yuqorida o`rganilgan bilimlardan foydalangan holda , ushbu

$$V := \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z^{(1)} = z(1 - cy) + ay \end{cases}$$

Evolutsion operator orqali ifodalangan bir okean ekosistemi ustida izlanishlar olib borildi , uning qo`zg`almas nuqtalari, bu nuqtalarning har birini operatoridagi har bir parametrning mumkin bo`lgan qiymatlarida o`zini tutishi , ularning tipiva chegaralari o`rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Normativ-huquqiy hujjatlar va metodologik ahamiyatga molik nashrlar.
 - 1.1. 2017-2021-yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha harakatlar strategiyasi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF=4947-sonli Farmoniga 1-ilova // <http://www.lex.uz>
 - 1.2. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik –har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, No.11.
 - 1.3. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. -T.:O'zbekiston, 2017. -488 b.
 - 1.4. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. 1-tom. -T.:O'zbekiston, 2017. -592b.
 - 1.5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 20-apreldagi "Olit ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PQ-2909-son qarori <http://www.lex.uz>

2. Monografiya, ilmiy maqola, patent, ilmiy to'plamlar.

- 2.1. A. Azamov, R.N. Ganikhodzhaev, A.Dzhalilov, U.A. Rozikov (Eds) Actual problems of modern mathematics. I. Dynamical Systems. (2019), MUMTOZ SO'Z, Tashkent. 48 pp.
- 2.2. N. Britton, Essential Mathematical Biology. Springer, London, 2003.

- 2.3. R.L. Devaney, An Introduction to Chaotic Dynamical System. Westview Press, 2003.
- 2.4. J. Muller, C. Kuttler. Methods and models in mathematical biology. Deterministic and stochastic approaches. Lecture Notes on Mathematical Modelling in the Life Sciences. Springer, Heidelberg, 2015.
- 2.5. U.A. Rozikov, S.K. Shoyimardonov, On ocean ecosystem discrete time dynamics generated by ell-Volterra operators. Inter. Jour. Biomath. 12(2) (2019) 1950015, (24 pages).
- 2.6. U.A. Rozikov, Population dynamics: algebraic and probabilistic approach. World Sci. Publ. Singapore. 2020, 460 pp
- 2.7. U.A. Rozikov, An introduction to mathematical billiards. World Sci. Publ. Singapore. 2019, 224 pp.
- 2.8. Rasulov H.R. *on a continous time F – quadratic dynamical system* uzbek Mathematical Journal, 2018, No 1, pp 1-5.
- 2.9. R.N. Ganikhodzhaev, F.M. Mukhamedov, U.A. Rozikov, *Quadratic stochastic operators and processes:result and open problems*. Inf. Dim. Anal. Quant. Prob. Rel. Fields.,14(2)(2011),279—335.
- 2.10. A.D.Bazikin Mathematical biophysics of interacting populations.Moscow, Science 1985, 185p.
- 2.11. Lyubich Yu. I. Mathematical Structures in Population Genetics, Biomathe- matiks, Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- 2.12. Zhamilov U. U., Rozikov U. A. Sb. Math., 2009, V. 200. No. 9, p. 1339-1351.
- 2.13. Kesten H. Adv. Appl. Prob.1970, p. 1-82 and p. 179-228
- 2.14. D. Pinheiro. *Notes on continuous-time dynamical systems*.Preprint. 2011.
- 2.15. V.N.Levitin.The map of dynamic systems on a computer of a type IBM PC/XT-TRAX.Pushino (Moskow reg)1990 y.
- 2.16. I.Khibnik,V.N.Levitin,E.Nikolaev.LOCBIF:interactive Lokal Bifurkation Analyzer.Pushino (Moskow reg),1992 y.

- 2.17. Н.Н Баутин, Э.А.Леонтович Методии и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости Москва «Наука»1975 г. 322стр.
- 2.18. А .Д. Базикин, Ф. С. Березовская, Т .Е. Буриев.Динамика системы хищник-жертва с учетом эффекта насыщения и конкуренции в книге фактории разнообразия в математической экологии и популяционной генетике Пушкино НИВИ 1978 2-32 СТР.
- 2.19. U.A. Rozikov,*An introduction to mathematical billiards*. World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd., Hackensack, NJ, 2019.
- 2.20. Rozikov U. A., Zhamilov U. U., Math. notes, 2008, V.83, No.4, p.554-559
- 2.21. Х а р а р и Ф. Т е о р и я г р а ф о в . - М . : М и р . 1977. 324 с .
- 2.22. З а х а р е в и ч М. И. О п о в е д н н и т р а е к т о р и й и э р г о д и ч е с к о й г и п о т е з е для к в а д р а т и ч н ы х о т о б р а ж е н и й с и м п л о к о е - У с п е х и м а т . Н а у к . 1978. т . 3 3 . В п м . 6 . с . 207–209.
- 2.23. У л э м С. Н е р е ш е н и е м а т е м а т и ч е с к и е з а д а ч и . - М . : Н а у к а . 1964. 168 с .
- 2.24. Р о к а ф е л л а р Р. Т. В ы п у к л ы й а н а л и з . - М . : м и р . 1973. 469 с .
- 2.25. Farahat H.K.The semigroup of doubly-stochastic matrices.– Glasgow Math. Assoc. Proc. 1965/1966, 7, p. 178–183.

- 2.26. Б е р н ш т е й н С. Н. Р е ш е н и е о д н о й
м а т е м а т и ч е с к о й п р о б л е м,
о т к а з н о й с т е о р и е й
н а с л е д о в а т е л ь н о с т и, У ч. з а п ю ч ю - й.
к а ъ. У к р а и н а б 1994 I, с.86-115.
- 2.27. Kesten. H. Quadratic Transformations: a model for population
growth. I. -Adv Appl . Probab ., 1970, 2, N1
- 2.28. Anupam P. , Sardip M. , Lan S.S. , Hidekatsu Y. , Mikro-scale variability
enhances trophic transfer and potentially sustains biodiversity in plankton
ecosystems , J.Theoret. Biol. 412 (2017) 86-93.
- 2.29. Rozikov U. A., Shamsiddinov N.B. , On non-Volterra quadratic stochastic
operators generated by a product measure , Stoch. Anal. Appl. 27(2) (2009)
353-362.
- 2.30. Rozikov U. A. and Zada A. , On dynamics of l -Volterra Quadratic
stochastic operators, Int. J. Biomat. 3 (2010) 143-159.

3. Foydalanilgan boshqa adabiyotlar

3.1 Internet saytlari:

- 3.1.1. <https://www.mf.uz>
- 3.1.2. <https://www.mana.uz>
- 3.1.3. <http://www.lex.uz>
- 3.1.4. <http://uz.m.wikipedia.org>.
- 3.1.5. <https://www.researchgate.net>
- 3.3.6. library.ziyonet.uz

ILOVALAR

TYPE OF FIXED POINTS OF OPERATOR OF AN ECOSYSTEM

G. Sayliyeva

**Department of Mathematics, Bukhara State University, Bukhara,
Uzbekistan sayliyevagulrux@gmail.com**

Abstract: In this paper we give fixed points of the operator of an ecosystem and study type of these fixed points.

Keywords: Jacobian, hyperbolic point, nonhyperbolic point, attractive point, repeller point, saddle point.

Introduction.

We are going to investigate types of fixed points of the following operator:

$$V(x, y, z) = \begin{cases} x^{(1)} = x(1 - b + dy) \\ y^{(1)} = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z^{(1)} = z(1 - cy) + ay \end{cases} \quad (1)$$

Operator parameters set of tasks were clarified for having hyperbolic, non-hyperbolic, attractive and , repeller, saddle fixed points. Recall definitions

Definition 3 ([2]). A fixed point p for $F : R^m \rightarrow R^m$ is called *hyperbolic* if the Jacobian matrix $J = J_F$ of the map F at the point p has no eigenvalues on the unit circle.

There are three types of hyperbolic fixed points:

(1) p is an *attracting* fixed point if all of the eigenvalues of $J(p)$ are less than one in absolute value.

(2) p is an *repelling* fixed point if all of the eigenvalues of $J(p)$ are greater than one in absolute value.

(3) p is a *saddle* point otherwise.

Lemma. Operator (1) has three fixed points:

$$\lambda_0 = (0; 0; 1) \quad \lambda_1 = (0; 1 - \frac{a}{c}; \frac{a}{c}) \quad \lambda_2 = (\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}; \frac{a}{c}),$$

here parameters satisfy the following conditions:

for λ_1 point:

$$0 \leq \frac{a}{c} \leq 1 \Rightarrow \begin{cases} a = 0 \text{ if, } c > a \\ a > 0 \text{ if, } c \geq a \\ a < 0 \text{ if, } c < a \end{cases}$$

for λ_2 point:

$$d \neq 0, c \neq 0 \Rightarrow \begin{cases} b = 0 \text{ if, } c > d \\ b > 0 \text{ if, } c > d, d > b \\ b < 0 \text{ if, } d < b, c < d \end{cases}$$

Proof. We should find the solution of the system $V(x, y, z) = (x, y, z)$:

$$\begin{cases} x = x(1 - b + dy) \\ y = y(1 - dx - a + cz) + bx \\ z = z(1 - cy) + ay \end{cases} \quad (2)$$

Because of the possible changing conditions of $x + y + z = 1$ we take the following results.

1. **case.** $x = 0, y = 0$. In this case the solution of system (2) is $(0; 0; 1)$ that can be easily obtained.

2. **case.** $x = 0, y \neq 0$. In this case from (2) will be taken the following

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = y(1 - a + cz) \\ z = z(1 - cy) + ay \end{cases}$$

By solving them, we take $\lambda_1 = (0; 1 - \frac{a}{c}; \frac{a}{c})$ fixed point.

3. **case.** $x \neq 0, y = 0$. In this condition we have

$$\begin{cases} x = x(1 - b) \\ bx = 0 \\ z = z \end{cases}$$

Therefore one easily gets $(0; 0; 1)$.

4. **case.** $x \neq 0, y \neq 0$. In this condition the system of equations (2) will be

$$\begin{cases} bx = dxy \\ dxy = (cz - a)y + bx \\ cyz = ay \end{cases}$$

Using the above conditions, we take $(\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}; \frac{a}{c})$ fixed point. Lemma has been z is changeable and using x and y function we get the following trajectory:

$$W := \begin{cases} x' = x(1 - b + dy) \\ y' = y(1 - dx - a + c(1 - x - y)) + bx \end{cases} \quad (4)$$

Here condition is $x + y \leq 1$, and we get

$$\lambda_0 = (0; 0) \quad \lambda_1 = \left(0; 1 - \frac{a}{c}\right) \quad \lambda_2 = \left(\frac{cd-bc-ad}{cd}; \frac{b}{d}\right)$$

Theorem. :

$$1) \lambda_0 = \begin{cases} \text{nonhyperbolic, if } b = 0 \text{ or, if } a = c \\ \text{attractive, if } 0 > a > c \text{ and } b > 0 \\ \text{repeller, if } c > a > 0 \text{ and } b < 0 \\ \text{saddle, if } c > a > 0 \text{ and } b > 0 \text{ or} \\ \quad 0 > a > c \text{ and } b < 0 \end{cases}$$

$$2) \lambda_1 = \begin{cases} \text{nonhyperbolic,} & \text{if } b = 0 \text{ or } a = c \\ c = a \neq 0 \text{ is } \begin{cases} \text{if } b = 0, \text{ is nonhyperbolic} \\ \text{if } b > 0, \text{ is attractive} \\ \text{if } b < 0, \text{ is repeller} \end{cases} \\ c > a > 0 \text{ or } c < a < 0 \text{ is } \begin{cases} \text{if } b \geq d, \text{ is attractive} \\ \text{if } b < d, \text{ is a saddle point} \end{cases} \end{cases}$$

$$3) \lambda_2 = \begin{cases} \text{nonhyperbolic} \\ \mu_1 \text{ ga ko`ra} \begin{cases} a = c > 0 \text{ is } \begin{cases} \text{if } b = 0, \text{ is nonhyperbolic} \\ \text{if } b > 0, \text{ is repeller} \\ \text{if } b < 0, \text{ is attractive} \end{cases} \\ c > a > 0 \text{ or } c < a < 0 \text{ is } \begin{cases} \text{if } b \geq d, \text{ is repeller} \\ \text{if } b < d, \text{ is a saddle point} \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

Proof : For the operator (4) the Jacobian will be

$$J = \begin{bmatrix} 1 - b + dy & dx \\ -(c + d)y + b & 1 - (c + d)x - a + c - cy \end{bmatrix}$$

In case of $\lambda_0 = (0; 0)$ we have

$$J(\lambda_0) = \begin{bmatrix} 1 - b & 0 \\ b & 1 - a + c \end{bmatrix}$$

It is known that the eigenvalues of the diagonal, lower triangle and upper triangle matrixes are the same as those in the head diagonal. So,

$\mu_1 = 1 - b$, $\mu_2 = 1 - a + c$ has specific values.

- If $b = 0$ or $a = c$ when λ_0 non hyperbolic fixed point;
- If $c > a > 0$ and when $b < 0$ λ_0 is repeller point;
- If $c < a < 0$ and $b < 0$ when attractive point;
- If $c < a < 0$ and $b < 0$ or $c > a > 0$ and when $b > 0$, λ_0 is a saddle point.

Then for clarifying the type of λ_1 point we make appropriate Jacobian.

$$J(\lambda_1) = \begin{bmatrix} 1 - b + \frac{d(c - a)}{c} & 0 \\ \frac{-(c + d)(c - a) - cb}{c} & 1 \end{bmatrix}$$

The eigenvalues of this matrix are $\mu_1 = 1 - b + \frac{d(c-a)}{c}$ and $\mu_2 = 1$. λ_1 point $\mu_2 = 1$ is nonhyperbolic point. However, it can be distinguished by the type 2-value. For defining that we check μ_1 value with the tasks above. As the result we get the followings:

- For $c = a \neq 0$ $\begin{cases} \text{if } b = 0, \text{ then the point is nonhyperbolic} \\ \text{if } b > 0, \text{ is attractive;} \\ \text{if } b < 0, \text{ is repeller} \end{cases}$
- For $c > a > 0$ or $c < a < 0$ $\begin{cases} \text{if } b \geq d, \text{ is attractive point;} \\ \text{if } b < d, \text{ is a saddle point} \end{cases}$

Now we will analyze λ_2 point Jacobean matrix.

$$J(\lambda_2) = \begin{bmatrix} 1 & \frac{cd - ad - bc}{c} \\ -\frac{bc}{d} & 1 - \frac{(c+d)(cd - ad - bc)}{cd} - a + c - \frac{bc}{d} \end{bmatrix}$$

The matrix according to the condition becomes:

$$J(\lambda_2) = \begin{bmatrix} 1 & \frac{cd - ad - bc}{c} \\ -\frac{bc}{d} & 1 + b - d + \frac{ad}{c} \end{bmatrix}$$

We define the eigenvalue of the Jacobean matrix.

$$\begin{vmatrix} 1 - \mu & \frac{cd - ad - bc}{c} \\ -\frac{bc}{d} & 1 + b - d + \frac{ad}{c} - \mu \end{vmatrix} = 0$$

The discrimination of the quadratic equation is

$$D = \left[(b - d) + \frac{ad}{c} \right]^2$$

Now we get

$$\mu_{1,2} = \frac{2 + b - d + \frac{ad}{c} \pm (b - d) + \frac{ad}{c}}{2}.$$

$$\mu_1 = 1 - \left(d - b - \frac{ad}{c}\right), \mu_2 = 1$$

Thus, for λ_2 since $\mu_2 = 1$ that is non-hyperbolic point, but μ_1 is also divided into sub-groups. If

- For $a = c > 0$ $\begin{cases} \text{if } b = 0, \text{ is nonhyperbolic} \\ \text{if } b > 0, \text{ is repeller} \\ \text{if } b < 0, \text{ is attractive} \end{cases}$
- For $c > a > 0$ or $c < a < 0$ $\begin{cases} \text{if } b \geq d, \text{ is repeller} \\ \text{if } b < d, \text{ is a saddle point} \end{cases}$

Expressing gratitude

The author would like to thank U. Rozikov for a thorough reading of the article.

References

- [1] N. Britton, *Essential Mathematical Biology*. Springer, London, 2003.
- [2] R.L. Devaney, *An Introduction to Chaotic Dynamical System*. Westview Press, 2003.
- [3] J. Muller, C. Kuttler *Methods and models in mathematical biology*. Deterministic and stochastic approaches. Lecture Notes on Mathematical Modelling in the Life Sciences. Springer, Heidelberg, 2015.
- [4] U.A. Rozikov, S.K. Shoyimardonov, *On ocean ecosystem discrete time dynamics generated by ell-Volterra operators*. Inter. Jour. Biomath. 12(2) (2019) 1950015, (24 pages).
- [5] G.R. Sayliyeva, *Discrete time dynamics of an ocean ecosystem??*

Buxoro davlat universiteti

Magistratura bo`limi

Yakuniy Davlat Attestatsiya Komissiyasiga har bir magistrlik dissertatsiyasi
himoyasi bo`yicha mutaxassislik kafedrası tomonidan taqdim etiladigan

HUJJATLAR RO`YXATI

T\r	Hujjatlarning nomi	Asl Nusxasi sonda
1.	Dissertatsiya va uning elektron shakli	3+1

2.	Chop etilgan ilmiy ishlar ro`yxati va nusxalari	3
3.	Ilmiy rahbar xulosasi,ilmiy maslahatchi xulosasi (tegishli hollarda)	3
4.	Ichki taqriz	3
5.	Tahqi taqriz	3
6.	Dissertatsiyaning dastlabki himoyasi yuzasidan kafedra yig`ilishi bayonnomasidan ko`chirma	3
7.	Dissertatsiya himoyasi yuzasidan tayyorlangan ma`ruza va taqdimot	3