

MIKRO, MEZO VA MAKRO DARAJALARNING O‘ZARO INTEGRATSIYASIGA ASOSLANGAN KO‘P DARAJALI MODEL ARXITEKTURASINI SHAKLLANTIRISHNING METODOLOGIK TAMOYILLARINI ISHLAB CHIQISH

Usmonov Maxsud Tulqin o‘g‘li

Shahrisabz davlat pedagogika instituti

Email: maqsudu32@gmail.com | Tel: +998919471340

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9997-6617>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20925026>

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada ko‘p darajali yondashuvning (multi-level approach) mikro–mezo–makro darajalarda qanday o‘zaro bog‘lanishi nazariy va metodologik jihatdan asoslanadi hamda shu bog‘liqliklarni hisobga olgan holda model arxitekturasini shakllantirish tamoyillari ishlab chiqiladi. Mikro daraja agentlar (shaxs, xo‘jalik subyekti, jamoa a‘zosi) xatti-harakati va lokal o‘zaro ta’sirlarni; mezo daraja institutlar, tarmoqlar, tashkilotlar, texnologik rejimlar va “qoidalar to‘plami”ni; makro daraja esa sekin o‘zgaruvchi kontekst (madaniyat, siyosiy-iqtisodiy landshaft, global trendlar)ni ifodalaydi. Darajalararo bog‘lanishlar (bottom-up, top-down va ko-evolyutsion)ni aniq formalizatsiya qilmasdan turib, real tizimlarni tushuntirish hamda bashoratlashda “o‘lchamlararo” xatolar (micro–macro gap, ecological fallacy) yuzaga kelishi ko‘rsatiladi. Maqolada tizimlar nazariyasidagi ierarxik tuzilma va “deyarli parchalanuvchanlik” g‘oyasi modelni modullashtirish, interfeyslar va bog‘lovchi mexanizmlarni aniqlashga metodologik asos bo‘lishi asoslanadi. Shuningdek, ijtimoiy tizimlar, sotsiotexnik o‘zgarishlar va ijtimoiy-ekologik tizimlar bo‘yicha ko‘p darajali konsepsiyalarni birlashtiruvchi arxitektura taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: ko‘p darajali yondashuv, mikro daraja, mezo daraja, makro daraja, model arxitekturasini, metodologik tamoyillar, tizimli yondashuv, iqtisodiy modellashtirish, integratsiya, xizmatlar sektori, raqamli transformatsiya, raqamli iqtisodiyot, samaradorlik, raqobatbardoshlik, iqtisodiy rivojlanish.

Murakkab ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik va ijtimoiy-ekologik jarayonlarni tushuntirishda bitta darajaga “qamali qolgan” tahlil ko‘pincha yetarli bo‘lmaydi. Masalan, faqat mikro darajaga (individlilar yoki firmalar xatti-harakati) tayanish institutlar va kontekstning cheklovchi/yo‘naltiruvchi rolini yo‘qotadi; faqat makro ko‘rsatkichlarga (YAIM, inflatsiya, umumiy trendlar) tayanish esa agentlarning real qarorlari va lokal o‘zaro ta’sirlarining qanday qilib makro natijani “yasashi”ni ko‘rsatmaydi. Shu sabab, zamonaviy ilmiy adabiyotda turli sohalarida ko‘p darajali yondashuvlar shakllandi: inson rivojlanishining ekologik modeli mikro–mezo–makro tuzilmani “ichma-ich” tizimlar sifatida tasvirlaydi [Bronfenbrenner, 1979, 23]; sotsiotexnik o‘zgarishlar nazariyasi “nish–rejim–landshaft” uchligini nested (ichma-ich) ierarxiya sifatida beradi [Geels, 2002, 1261]; ijtimoiy-ekologik tizimlar (SES) uchun umumiy ramka ham o‘zaro bog‘langan sistemalar va darajalarni ajratadi [Ostrom, 2009, 420].

Biroq muammo shundaki, “mikro–mezo–makro” ni tilga olishning o‘zi yetarli emas: amaliy modellashtirishda darajalararo bog‘lanish mexanizmlari aniq ifodalanmasa, izoh (explanation) kuchsiz bo‘lib qoladi. Agentga asoslangan modellar (ABM) aynan shu “generativ” talabni kuchli qo‘yadi: makro tartib (norma, narx muvozanati, segregatsiya) mikro agentlar va lokal o‘zaro ta’sirlar orqali “o‘stirilishi” kerak [Epstein, 1999, 41]. Shu bilan birga, real tizimlarda top-down ta’sir ham mavjud: institutlar, norma va qoidalar mikro xatti-harakatni qayta shakllantiradi; demak, mikro va makro ko‘pincha ko-evolyutsiya qiladi [Epstein, 1999, 41].

Ushbu maqolaning maqsadi:

1. mikro–mezo–makro darajalar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni metodologik asoslash;
2. darajalararo mexanizmlarni modelda ifodalashga xizmat qiluvchi arxitektura tamoyillarini shakllantirish;
3. taklif etilayotgan arxitekturani operatsionallashtiruvchi jadval va konseptual rasmlarni keltirish.

Tadqiqot savollari quyidagicha qo‘yiladi:

- Mikro natijalar qanday sharoitda mezo tuzilmalarni (tarmoq, institut, rejim) barqarorlashtiradi yoki yemiradi?
- Mezo daraja qanday qilib mikro qarorlarni cheklaydi yoki rag‘batlantiradi (qoidalar, axborot oqimlari, resursga kirish)?
- Makro landshaft (sekin o‘zgaruvchi omillar) qaysi mexanizmlar orqali mezo rejim va mikro nishlarga “bosim” beradi?
- Bularning barchasini bitta modelda birlashtirish uchun qanday arxitektura zarur?

1. Nazariy asos: darajalar va ichma-ich ierarxiya

Ko‘p darajali yondashuvda “daraja” — bu faqat o‘lcham emas, balki mexanizm va tuzilma farqini anglatadi. Bronfenbrenner ekologik yondashuvda mikro tizimni (microsystem) shaxs bevosita ishtirok etadigan faoliyatlar, rollar va munosabatlar modeli sifatida belgilaydi [Bronfenbrenner, 1979]. Muhimi, u muhitni “ichma-ich konsentrik tuzilmalar” deb ko‘radi: mikro–mezo–ekzo–makro qatlamlar bir-biriga joylashgan [Bronfenbrenner, 1979]. Bu yerda mezo daraja — mikrotizimlar o‘rtasidagi aloqalar, institutlararo bog‘lanishlar, “ko‘prik” rolini bajaradi.

Bronfenbrenner darajalarni aniq “joylashtirib” beradi, biroq amaliy modellashirishda darajalararo interfeys signallari (qaysi o‘zgaruvchi qayerdan kiradi va qayerga chiqadi) ko‘pincha ochiq qoladi. Shu sabab, ushbu maqola Bronfenbrenner g‘oyasini “tasnif” dan “arxitektura dizayni” darajasiga ko‘tarishni maqsad qiladi.

Sotsiotexnik o‘zgarishlar bo‘yicha ko‘p darajali perspektivada (MLP) nish (micro), rejim (meso) va landshaft (macro) tushunchalari “nested hierarchy” tarzida beriladi [Geels, 2002]. Geelsga ko‘ra, rejim mavjud rivojlanish trayektoriyasining barqarorligini tushuntiradi, landshaft esa sekin o‘zgaruvchi tashqi omillar majmuasi bo‘lib, rejimga bosim beradi, nishlar esa radikal yangiliklarning “inkubatori” [Geels, 2002]. Bu konsepsiya mikro–mezo–makro o‘rtasida vaqt masshtabi farqini ham ko‘rsatadi: makro sekin, mezo o‘rtacha, mikro esa nisbatan tez o‘zgaradi.

MLPning kuchli tomoni — vaqt masshtabini nazariyaning o‘ziga “tikishi”. Ammo model qurishda MLP ko‘pincha konseptual qolib ketadi: “rejim bosimi” yoki “landshaft shoki” kabi tushunchalar simulyatsiya uchun o‘lchanadigan interfeys signallariga aylantirilmasa, arxitektura tekshiriluvchanligi pasayadi. Shu bois maqolada MLP tushunchalari interfeys va indikatorlar bilan operatsionallashtiriladi.

Ijtimoiy-ekologik tizimlar uchun Ostrom taklif etgan ramka (SES framework) resurs tizimi, resurs birliklari, boshqaruv tizimi, foydalanuvchilar va ularning o‘zaro ta‘siri kabi sistemalarni ajratib, o‘zgaruvchilar o‘rtasining nolinear o‘zaro bog‘liqligini ta‘kidlaydi [Ostrom, 2009]. Bu ko‘p darajali yondashuvni “faqat ijtimoiy” emas, balki inson–tabiat integratsiyasida ham ishlatishga imkon beradi.

SESning afzalligi — tizimni “ijtimoiy + tabiiy” bir butun deb ko‘rishi. Lekin amaliy modellashirishda SES o‘zgaruvchilari ko‘pligi sabab, darajalararo bog‘lanishlar “keng ro‘yxat” bo‘lib qolishi mumkin. Shu bois ushbu maqola SESdan keluvchi o‘zgaruvchilarni minimal interfeys va mexanizm kartalari orqali qisqartirilgan, tekshiriladigan shaklga keltirishni taklif qiladi.

O'zbekistonda tizimli tahlil va modellashtirish bo'yicha darslik va qo'llanmalarda “tizimli yondashuv metodologiyasi”, “matematik modellashtirish”, “qaror qabul qilish” kabi bloklar bayon qilingan [Karimova va boshq., 2014; Xudaynazarov, 2016]. Pedagogik yo'nalishda tizimli tahlilning qo'llanilishi ham yoritiladi [Alimardonov va boshq., 2017; Yunusova, 2016].

Mahalliy manbalar tizimli fikrlashni mustahkamlaydi, biroq mikro–mezo–makro bog'lanishlarning aynan bottom-up/top-down/ko-evolyutsion mexanizmlarini yagona model arxitekturasida sifatida “standart shakl”da berish kam. Shu bo'shliq mazkur maqolaning metodologik hissasi sifatida to'ldiriladi.

2. Arxitektura tamoyillari uchun metodologik “tayanch”: ierarxiya va deyarli parchalanuvchanlik

Model arxitekturasini shakllantirish metodologiyasida eng muhim savol: murakkab tizimni qanday qilib bo'laklab (modullashtirib), shu bilan birga umumiy xulqini yo'qotmasdan tasvirlash mumkin?

Simon murakkab tizimlarning ko'pi ierarxik tuzilishga ega ekanini va ierarxiya murakkablikni boshqarish uchun “qurilish usuli” ekanini ta'kidlaydi [Simon, 1962]. U shuningdek “nearly decomposable systems” — ya'ni tizim ichida qismlar o'zaro kuchliroq, qismlararo bog'lanishlar esa nisbatan zaifroq bo'lgan holatni ajratadi [Simon, 1962]. Bu g'oya modellashtirishda quyidagicha tarjima qilinadi:

- mikro modul ichida agentlar o'zaro juda ko'p lokal ta'sir qiladi;
- mezo modulda institut/tarmoq qoidalari kuchli;
- makro modulda landshaft parametrlari sekin o'zgaradi;
- modul(lar)aro interfeyslar esa aniq, cheklangan kanal(lar) orqali ulanadi.

Bunday yondashuv modelni tushunarli qiladi, hisoblashni yengillashtiradi, tekshirish/validatsiyani modullar bo'yicha bosqichma-bosqich yuritish imkonini beradi.

Simonning “deyarli parchalanuvchanlik” g'oyasi ko'p darajali model qurishda eng amaliy tayanchdir, ammo ijtimoiy tizimlarda “qaysi bog'lanish zaif?” degan savol doimo empirik tekshiruv talab qiladi. Shu sabab maqolada interfeyslar sonini minimallashtirish va indikatorlar orqali tekshirish tamoyili alohida urg'ulanadi.

Mahalliy darsliklarda tizimni bo'laklash, maqsadlar daraxti, alternativ tanlash va optimallashtirish kabi usullar ko'p uchraydi [Karimova va boshq., 2014; Xudaynazarov, 2016]. Boshqaruv va qaror qabul qilish yo'nalishida intellektual boshqaruv tizimlari va qaror qabul qilish masalalari ham ko'tarilgan [Yusupbekov va boshq., 2015].

Ushbu mahalliy ishlanmalar arxitektura dizayniga “instrumentlar” beradi, lekin mikro–mezo–makro darajalari bo'yicha modul–interfeys strukturasi ko'pincha umumiy ko'rinishda qoladi. Shu sabab mazkur maqola bu instrumentlarni aynan ko'p darajali arxitekturaga moslab “qayta qadoqlaydi”.

3. Mikro–makro “ko'prik” masalasi va generativ yondashuv

Ko'p darajali yondashuvning eng muhim muammosi — mikrodan makroga o'tish mexanizmini “gap”siz tushuntirish. Coleman “qayiq” (boat) tasvirida makro sharoit mikro harakatga ta'sir qiladi, mikro harakat esa yana makro natijani yuzaga keltiradi [Coleman, 1990]. Bu struktura, aslida, top-down → micro mechanism → bottom-up zanjirini anglatadi.

Epstein generativ ijtimoiy fanlarda markaziy savolni shunday qo'yadi: “geterogen agentlarning markazlashmagan lokal o'zaro ta'siri berilgan makro regularlikni qanday hosil qiladi?” [Epstein, 1999]. Bu talab ko'p darajali model arxitekturasida mikro qoidalar (agent

algoritmlari) bilan makro indikatorlar (tartib, trend, muvozanat) o'rtasida simulyatsion izchillik bo'lishi kerakligini bildiradi.

Coleman va Epsteinning kuchli tomoni — “ko'prik”ni majburiy qiladi: mexanizm yozilmasa, izoh zaiflashadi. Biroq ko'p ishlarda “mezo daraja” (institutlar, tarmoqlar, standartlar) shu ko'priknining markazida bo'lsa ham, u alohida modul sifatida yetarli formalizatsiya qilinmaydi. Shu bois mazkur maqola mezo darajani ko'priknining markaziy “interfeys stansiyasi” sifatida qat'iy belgilaydi.

1. Mikro, mezo va makro darajalarning vazifaviy ta'riflari

Amaliy modellashirish uchun darajalarni quyidagicha ishlovchi ta'rifda belgilash qulay:

- Mikro daraja (agentlar va lokal o'zaro ta'sir)

Birlik: shaxs, oila, firma, fermer, o'quvchi, iste'molchi, foydalanuvchi va h.k.

Mexanizm: qaror qoidalari, cheklangan axborot, odat va motivlar; “qo'shni” bilan o'zaro ta'sir; tajriba orqali moslashish. Generativ talabga ko'ra makro regularlik aynan shu lokal o'zaro ta'sirdan “o'sib chiqishi” kerak [Epstein, 1999, 41].

- Mezo daraja (institutlar, tarmoqlar, tashkilotlar, rejimlar)

Birlik: tashkilotlararo tarmoq, bozor segmenti, ta'lim muassasasi, me'yorlar majmuasi, texnologik rejim, boshqaruv tizimi.

Mexanizm: qoidalar, standartlar, resurs taqsimoti, monitoring va sanksiya, hamkorlik/raqobat konfiguratsiyasi. MLPda aynan mezo rejim barqarorlik va trayektoriya manbai sifatida ko'riladi [Geels, 2002, 1261].

- Makro daraja (landshaft/kontekst)

Birlik: madaniy qadriyatlar, demografik trend, global bozor sharoiti, geosiyosiy omillar, ekologik cheklovlar. Mexanizm: sekin o'zgaruvchi parametrlar, “fon” shart-sharoitlar, tizimga bosim beruvchi mega-trendlar. MLPda landshaft rejimdan ham sekin o'zgaradi [Geels, 2002, 1261].

2. Darajalararo bog'lanish turlari: bottom-up, top-down, ko-evolyutsiya

Ko'p darajali modelning markazida uch tur bog'lanish turadi:

2.1. Bottom-up (mikro → mezo/makro)

Bu yo'nalishda mikro xatti-harakat agregatsiyasi mezo institutlarni “yaratadi” yoki mustahkamlaydi. Masalan:

- lokal hamkorlik tarmoqlar hosil qiladi;
- takrorlanuvchi tanlovlar bozor me'yorlarini shakllantiradi;
- ko'p agentlarning innovatsiyani sinashi nishdan rejimga o'tish imkonini tug'diradi [Geels, 2002, 1261].

Generativ mezon: makro xususiyatlar mikrospecifikatsiyadan hosil bo'lishi va simulyatsiyada takroran yuzaga chiqishi [Epstein, 1999, 42].

2.2. Top-down (makro/mezo → mikro)

Top-down ta'sir “qoidalar, axborot oqimi, rag'bat va cheklov” orqali mikro qarorlar to'plamini qayta belgilaydi. Bu Bronfenbrennerdagi muhitning ichma-ich tuzilmasida ham bor: shaxs rivojlanishiga “kattaroq kontekstlar”dagi munosabat va ta'sirlar kiradi [Bronfenbrenner, 1979, 21]. ABM doirasida ham makrostrukturalardan mikrostrukturalarga qayta aloqa bo'lishi odatiy hol [Epstein, 1999, 41].

2.3. Ko-evolyutsiya (o'zaro moslashuvchi sikl)

Aksar real tizimlarda mikro agentlar institutlarni o'zgartiradi, institutlar esa agentlarni qayta tarbiyalaydi; natijada darajalar birga “yuradi”. Ostrom ramkasida o'zgaruvchilar nolinear o'zaro

ta'sirda bo'lib, bitta omil ta'siri boshqasining qiymatiga bog'liq ekani ta'kidlanadi [Ostrom, 2009, 420]. Shunday ekan, arxitektura “bir tomonga oqim” emas, balki feedbackli bo'lishi lozim.

3. Model arxitekturasini shakllantirishning metodologik tamoyillari

Quyidagi tamoyillar ko'p darajali model arxitekturasini barqaror va tekshiriladigan qiladi:

Tamoyil 1. Ierarxik modullash va deyarli parchalanuvchanlik

Model modullari ichida kuchli bog'lanish, modullar orasida esa cheklangan interfeyslar bo'lishi kerak [Simon, 1962, 476]. Bu arxitektura:

- darajalarni “ichma-ich” joylashtirishga,
- parametrlar sonini boshqarishga,
- hisoblash murakkabligini kamaytirishga xizmat qiladi.

Tamoyil 2. Darajalararo interfeyslarni aniq belgilash

“Interfeys” — bu modullar orasida almashinadigan minimal axborot/resurs to'plami: masalan, makro moduldan mikroga soliq stavkasi yoki narx signali, mezodan mikroga qoidalar va sanksiyalar, mikrodan mezoga esa agregat ko'rsatkichlar (talab, ishonch, innovatsiya ulushi). Interfeyslarni “noaniq” qoldirish mikro–makro gapni kuchaytiradi.

Tamoyil 3. Mexanizmga yo'naltirilgan operatsionallashtirish

Har bir bog'lanish “mexanizm” sifatida yozilishi kerak: (shart) → (harakat qoidasi) → (natija). Bu Coleman zanjirini amaliy “ko'prik”ka aylantiradi [Coleman, 1990, 8].

Tamoyil 4. Vaqt masshtablari uyg'unligi

Makro omillar sekin o'zgarishini modelda ham sekin parametr (yoki ssenariy) sifatida berish; mikro qadamlar esa tez iteratsiya bilan ishlashi lozim. MLPda landshaft sekin, rejim o'rtacha, nish tezroq o'zgaradi [Geels, 2002, 1261].

Tamoyil 5. Kuzatuvchanlik va tekshiruv (validatsiya)ni arxitekturaga “tikish”

Model faqat “chiroyli tushuntirish” emas, tekshiruvchan bo'lishi kerak. Generativ yondashuvda mikro qoidalar makro regularlikni berishi yetarli emas; raqobatdosh mikrospezifikatsiyalar bo'lsa, ularni mikro darajadagi empirik testlar ajratib berishi kerak [Epstein, 1999, 42].

Tamoyil 6. Leverage nuqtalarini darajalar bo'yicha ajratish

Sistem fikrlashda kuchli ta'sir nuqtalari ko'pincha “parametr”da emas, balki axborot oqimi, qoidalar, maqsadlar va paradigma darajasida bo'ladi [Meadows, 1999, 2]. Ko'p darajali arxitekturaga tarjima: mezo (qoidalar), makro (maqsadlar/paradigma) va mikro (qaror qoidalari) leverage nuqtalari alohida modul sifatida ko'riladi.

Quyida ko'p darajali yondashuvni operatsionallashtirish hamda model arxitekturasini dizayn qilish uchun amaliy natijalar keltiriladi.

Jadval 1. Mikro–mezo–makro darajalari: birliklar, o'zgaruvchilar va kuzatuv manbalari

Daraj a	Asosiy birlik (unit)	Tipik o'zgaruvchila r	Mexanizm turi	Kuzatuv/ ma'lumot manbasi
Mikro	Agent (shaxs/firma/foydalanuvchi)	tanlov, odat, resurs, ishonch, moslashuv	lokal o'zaro ta'sir, qoidaga bo'ysunish, o'rganish	so'rov, log-data, transaksiyalar, tajriba
Mezo	Tashkilot/tarmoq/rejim	qoidalar, standart, monitoring,	institutsional cheklov, koordinatsiya,	reglamentlar, tarmoq metrikalari, institut

		tarmoq tuzilmasi	sanksiya	ma'lumotlari
Makro	Landshaft/kontekst	trend, demografiya, global narxlar, qadriyatlar	sekin parametrlar, bosim/impulslar	statistikalar, ssenariylar, makro indikatorlar

Izoh: Jadvaldagi “mexanizm” ustuni darajalarni faqat tasniflash emas, balki model interfeyslarini belgilashga xizmat qiladi. Bu, o'z navbatida, mikro–makro ko'prikn mexanizm asosida qurishga yordam beradi [Coleman, 1990, 8].

Jadval 2. Arxitektura tamoyillari va tekshiriladigan indikatorlar

Tamoyil	Arxitektura talabi	Tekshirish indikator (minimal)	Manba/ilmiy tayanch
Ierarxik modullash	Modullar ichida kuchli, modullar orasida cheklangan bog'lanish	interfeys o'zgaruvchilari soni “kichik”; modul ichki bog'lanishlar “kuchli”	[Simon, 1962, 476]
Interfeys aniqligi	Har bir daraja uchun kirish/chiqish aniq	“kirim–chiqim” ro'yxati va o'lchov birliklari mavjud	[Geels, 2002, 1261]
Mexanizmga yo'naltirish	(shart→qoida→natija) yozuvi	har bir bog'lanish uchun mexanizm kartasi mavjud	[Epstein, 1999, 41]
Vaqt masshtabi	Makro sekin, mikro tez iteratsiyalangan	vaqt qadami va parametr yangilanish tezligi mos	[Geels, 2002, 1261]
Validatsiya “tikilgan”	Kuzatiladigan makro ko'rsatkichlar va mikro testlar	generativ moslik + mikro empirik moslik	[Epstein, 1999, 42]
Leverage ajratish	Parametr–qoidalar– maqsad–paradigma qatlamlari	har bir leverage turiga mos modul bor	[Meadows, 1999, 2]

Jadval 3. Darajalararo bog'lanishlar matrisi (mexanizm xaritasi)

Bog'lanish yo'nalishi	Mexanizm nomi	Interfeys signali	Kutiladigan natija
Mikro → Mezo	Normaning endogen shakllanishi	agentlar xatti-harakat chastotasi	qoida/standart paydo bo'lishi
Mezo → Mikro	Institut cheklovi	sanksiya, rag'bat, ruxsat	qarorlar to'plami torayishi
Makro → Mezo	Landshaft bosimi	trend, shok, resurs cheklovi	rejim barqarorligi pasayishi
Mikro → Makro	Aggregatsiya	umumiy talab/ishonch/innovatsiya ulushi	makro indikator o'zgarishi

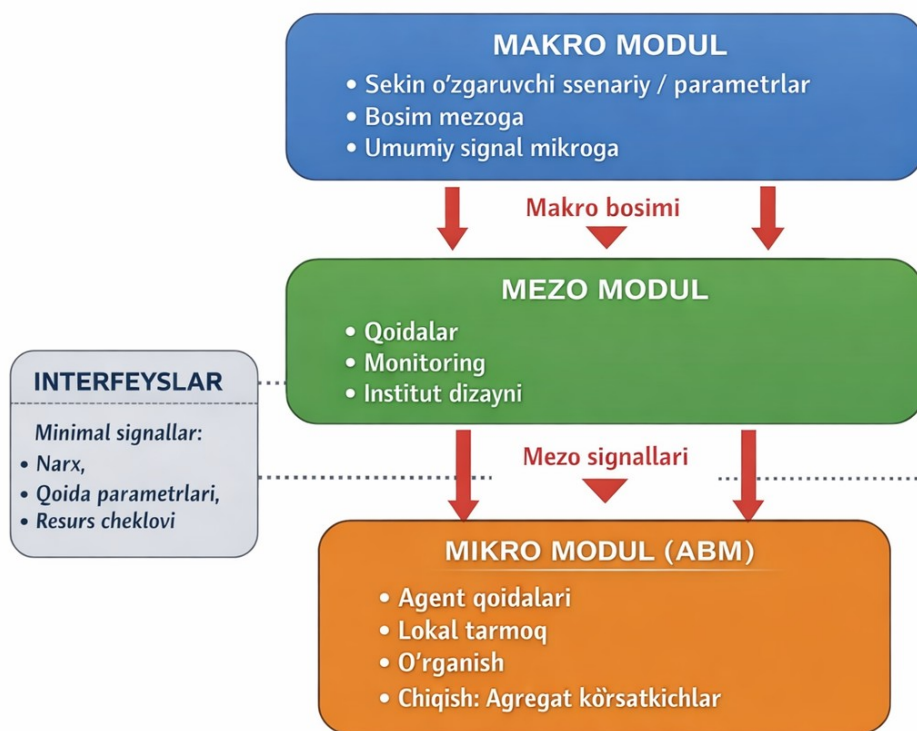
Makro ↔ Mikro	Ko-evolyutsiya	norma/institut ↔ xatti-harakat	yangi muvozanat yoki sikl
---------------	----------------	--------------------------------	---------------------------

Rasm 1. Mikro–mezo–makro ichma-ich modeli (konseptual sxema)



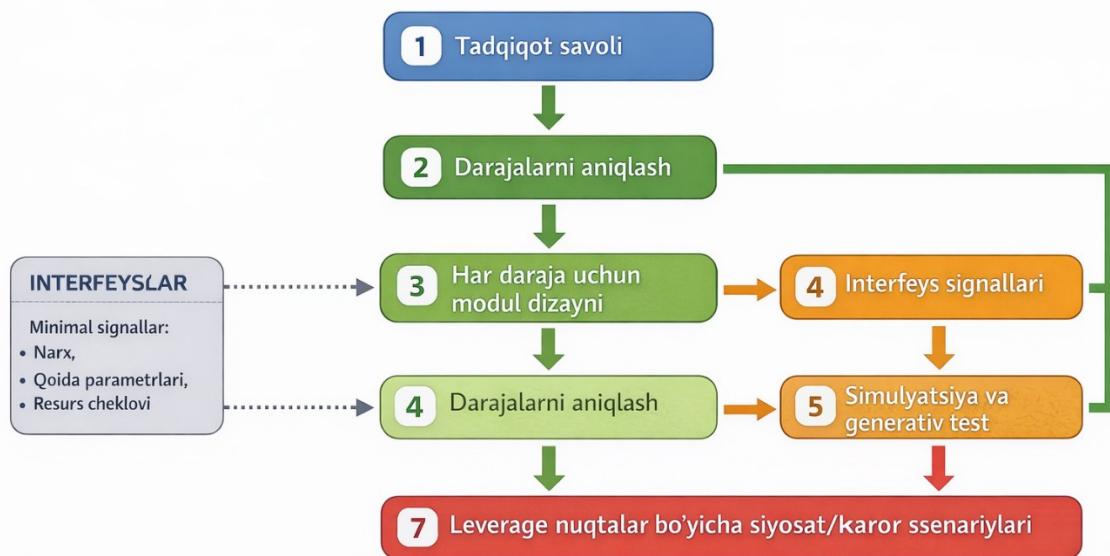
Qatlamlar “ichma-ich” joylashgan bo‘lib, bu ekologik yondashuvdagi nested tuzilmani aks ettiradi. Shu bilan birga, MLPdagi nish–rejim–landshaft ierarxiyasi ham aynan shu ko‘rinishga mos keladi.

Rasm 2. Ko‘p darajali model arxitekturası: modullar va interfeyslar



Arxitektura “deyarli parchalanuvchan” [Simon, 1962, 476].

Rasm 3. Model qurish jarayoni: talabdan validatsiyagacha



Bu jarayon “tushunish + aralashish” logikasini qo'llab-quvvatlaydi: leverage nuqtalari parametrdan ko'ra yuqoriroq qatlamlarda kuchliroq bo'lishi mumkin.

Maqolada ko'p darajali yondashuvning mikro–mezo–makro qatlamlardagi o'zaro bog'liqligi “tasnif” sifatida emas, balki mexanizm va arxitektura muammosi sifatida asoslandi. Asosiy xulosalar:

1. Mikro, mezo va makro darajalar o'rtasida uch asosiy bog'lanish mavjud: bottom-up, top-down va ko-evolyutsiya. Ularni aniq formalizatsiya qilmasdan turib, mikro–makro izoh uziladi.

2. Model arxitekturasining metodologik asosi sifatida ierarxik tashkil topish va deyarli parchalanuvchan tizimlar g'oyasi modullash, interfeyslarni cheklash va validatsiyani osonlashtiradi [Simon, 1962, 476].
3. MLP (nish–rejim–landshaft) va SES ramkasi darajalararo vaqt masshtablari hamda nolinear o'zaro ta'sirlarni tushuntirishda kuchli konseptual tayanch beradi [Geels, 2002, 1261; Ostrom, 2009, 420].
4. Generativ yondashuv ko'p darajali modellar uchun kuchli tekshiruv mezonini beradi: makro regularlik mikro qoidalar orqali “o'sib chiqishi” va raqobatdosh mikrospecifikatsiyalar empirik jihatdan ajratilishi kerak [Epstein, 1999, 42].
5. Natijalar bo'limida taklif etilgan jadvallar va rasmlar ko'p darajali arxitekturani amaliy loyihalash (modul–interfeys–indikator) uchun tayanch “konstruktor” sifatida xizmat qiladi.
Kelgusi ishlarda ushbu metodologik arxitektura aniq bir soha (masalan, ta'lim tizimi, bank sektorida risk, innovatsiya diffuziyasi yoki resurs boshqaruvi) misolida empirik ma'lumotlar bilan sinab ko'rilishi, interfeys signallari minimal to'plamini optimallashtirish hamda sezgirlik/robustlik tahlillari bilan mustahkamlanishi maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Bronfenbrenner, Urie. 1979. *The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
2. Coleman, James S. 1990. *Foundations of Social Theory*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
3. Epstein, Joshua M. 1999. “Agent-Based Computational Models and Generative Social Science.” *Complexity* 4 (5): 41–60.
4. Geels, Frank W. 2002. “Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-Study.” *Research Policy* 31: 1257–1274.
5. Meadows, Donella H. 1999. *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. Hartland, VT: The Sustainability Institute.
6. Ostrom, Elinor. 2009. “A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems.” *Science* 325 (5939): 419–422.
7. Simon, Herbert A. 1962. “The Architecture of Complexity.” *Proceedings of the American Philosophical Society* 106 (6): 467–482.
8. Weaver, Warren. 1948. “Science and Complexity.” *American Scientist* 36: 536–544. (Reprinted 2004 in *E:CO* 6 (3): 65–74.)