

МАТРАСУЛОВ.А.Ф., БАЗАРБАЕВ М.И., ЭРМЕТОВ Э.Я,
САЙФУЛЛАЕВА Д.И.

БИОЛОГИЯ ВА ТИББИЁТДА МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
томонидан тиббиёт олий таълим муассасалари талабалари
учун дарслик сифатида тавсия этилгана*

ТОШКЕНТ
"ТТА нашрёт ва
мухарририят" бўлими
2019

Моделлаштиришнинг умумий алгоритми

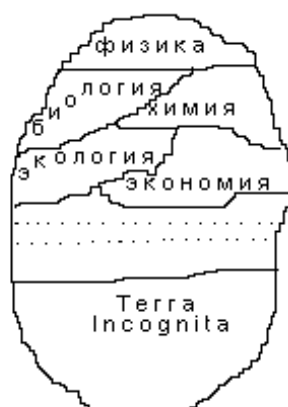
1. Жамият фикрининг абстрактланиш жараёни
2. Абстракцияланиш жараёни
3. Модел тушунчаси
4. Хусусиятларга кўра моделларни синифлаш (классификация)
5. Моделлаштиришни умумий алгоритми

Инсон уз цивилизациясининг дастлабки босқичларида конкрет реал объектни унга қулай бўлган объектларга акслантиришдан ёки бошқа қулай ва содда объектлар орқали ўрганишдан бошланган. Масалан, ибтидоий жамоада ғорларнинг деворларида, қояларда ҳар хил ҳайвонларни чизиш, овчини ҳар бир қилган бир овига бир тошни ёки маълум бир белгини мос қуйиши ва ҳоказолар. Яъни конкрет предметни унга мос бўлган реал ёки маъхум объект орқали акслантиради. Цивилизациянинг кейинги тараққиёт босқичларида жамият учун умумий бўлган қонун-қоидалар ҳар хил расм ва белгилардан иборат матнларда баён қилиниши, қадимги Миср ёзувларининг пайдо бўлишига олиб келди. Буларнинг ҳаммаси жамият тараққиётининг аввалги босқичларидаги инсонни фикрлаш жараёнини абстрактланиш даражаси эди. Жамиятни сўнгги тараққиёт зиналарида олди-соттини вужудга келиши натурал сонларнинг пайдо бўлиши ва улар устида ҳар хил амалларни бажаришга олиб келди. Бу эса жамият фикрининг абстрактланиш даражасини яна бир қарра юқори даражаси эдики, кейинги тараққиётни пойдевори

хисобланарди. Юқорида баён қилинганларни ҳаммаси, жамият билимини пагонама-пагона абстрактланиш даражасини курсатади. Абстрактланиш жараёни реал объектни кулай реал ёки реал булмаган (мавхум расм, чизма, ёзув, белги,...) объектга акслантиришдир. Демак абстрактланиш жараёни бу акслантириш экан. Абстрактланиш жараёни абстракт тушунчаларнинг ҳам пайдо булишига олиб келади. Абстракт тушунчаларга расм, ёзув, сонлар, нукта, тугри чизик ва хоказолар мисол була олади. Бундай абстракт тушунчалар инсон фикрининг махсули булиб, атроф мухитни англаш, тушуниш, ундаги конунларни урганиш ва бундай конунларга мослашиб яшаш учун зарур эди. Бундай йул инсоннинг яшаш учун курашининг бирдан бир зарурий шарт эди. Бундай жараён инсон цивилизациясининг кейинги тараккиётида математика фанини пайдо булишига олиб келдики, бу фан абстракт объектлар ва тушунчалар терминида атроф мухитни урганиш курали булиб хизмат килади.

Инсон атроф мухитни пайдо булган пайтдан бошлаб то hozirги пайтгача урганади ва бундан кейин ҳам урганиш аниқ. Бунинг сабаби нимада? Инсоннинг табиатда мавжудлиги атроф мухитда шундай шароитнинг борлигидан далолат беради. Демак, канчалик инсон табиат конун-қоидаларига риоя қилса, яъни мослашса, инсонни яшавчанлик эхтимоли шунчалик катта булади.

Атроф мухит доим узгариб туради. Узгариш сабаблари жуда ҳам куп. Аввалом бор физик олам (абиотик) узгаришлар (ер қимирлашлар, вулканларнинг отилиши, сув тошқинлари ва хоказолар), иккинчидан тирик табиат (биотик) узгаришлар (популяцияларни биомассаларини ёки сонини узгариши, популяцияларини кирилиб кетиш ходисалари, популяция ёки организмдаги хар хил табиий мутацион узгаришлар ва хоказолар) ва учинчидан инсон хаёт фаолияти натижасида (антропоген) атроф мухитдаги узгаришлар. Бундай узгаришлардан факат антропоген узгаришларгина инсон назорат қилишга кодир, чунки бундай узгаришлар инсонни атроф мухитига таъсир натижасидир. Инсоннинг атроф мухитга булган таъсири охириги пайтларга келиб жуда ҳам хавфли тус олган. Хатто инсон цивилизациясининг йуқолиб кетиш даражасига етган. Демак, атроф-мухитни хохишимизга боглик булмаган холда урганишга мажбурмиз. Атроф мухитни урганишнинг хилма-хил методлари мавжуд. Ҳаммасига алохида тухтаб утмасдан, куйидаги схемани караб чиқамиз (расм1).



Расм 1

Схемада hozirги пайтда маълум булган атроф мухитни ўрганиш методлари (физика, химия, биология) ва келажакда яратиладиган янги методлар (Terra Incognita) тасвирланган. Яъни атроф мухит жуда хилма-хил методлар орқали ўрганилади. Хар бир метод узини урганиш усулларига эга. Буларнинг ҳаммаси атроф мухитни урганишнинг оддий масалаларидан ута муҳим фундаментал масалаларгача қамраб олиши мумкин.

Атроф муҳитни ўрганиш деганда унинг қонун қоидаларини тушуниш деган маъно келиб чиқади. Хўш тушуниш нима? Бу деган суз бирор ходиса, воқеа ёки объектни шу даражада тасаввур қила олишимиз керакки, кейинчалик уларни узимизга қулай бўлган объектга ёки мавхум объектга акслантира олесак. Ўрганилаётган реал объектни алмаштира оладиган ҳар қандай қулай объект (табиатидан катъий назар) урганилаётган реал объектимизни модели ҳисобланади. Демак акслантириш-бу моделлаштириш экан. Қанчалик яқалроқ акслантирсак, шунчалик мукаммал модел яратган бўламиз. Хақиқий бино узининг макети билан, хақиқий самолёт аэродинамик трубадаги самолёт билан, қон айланиш сис-темаси - плакатдаги қон айланиш схемаси билан ва ҳоказолар. Ҳамма ҳолларда хақиқий объектни уни алмаштира оладиган объектга утганда реал объектни асосий хоссалари сақланиши лозим. Фақат шу ҳолдагина хақиқий объектни модел ёрдамида ўрганиш мумкин.

Модел - бу шундай моддий ёки мавхум объект бўлиб, урганиш ва тад-қикот утказиш жараёнида хақиқий реал объектни алмаштира олади, (реал объектни асосий хоссаларни сақлаган ҳолда).

Яхши мукаммал қурилган модел тадқиқот ўтказишга имконияти каттароқ реал объектга нисбатан. Агар ҳисобга олесак, баъзи бир соҳаларда реал объектларни табиий ҳолатда эксперимент утказиш йули орқали умуман урганиш мумкин эмас. Масалан: Биосферани урганишда; Ер қурраси экологиясини урганишда; Ер иқлимни урганишда; Давлат микёсидаги икти-содиётни урганишда. Чунки бундай экспериментлар нафақат утказиш мумкин эмас, балки хавфлидир.

Бундан келиб чиқадики, модел реал ва реал бўлмаган эксперимент-ларни утказишга шароит яратадики, реал объект хақида буни айтиш мумкин эмас. Мантикий таҳлил шуни курсатадики атроф муҳитни урганишнинг энг қулай ва оптимал усули бу моделлаштириш усулидир. Инсон узининг хаёт фаолияти давомида жуда хилма-хил моделлаштириш йулларини ихтиро қилди. Шу хилма-хил йуллардан бири ва энг оптимали бу математик моделлаштиришдир. Фан ва техника тараккиётининг охириги натижалари, табиатни урганишда ва техникани ривожлантиришда математик моделлаштириш узининг бирдан-бир хақиқий асосий метод эканлигини курсатади. Масалан, назарий физика, химия, ҳозирги замон биологияси ва тиббиётни математик моделлаштиришсиз тасаввур қилиш мумкин эмас.

Ҳар бир фан хоҳ у табиий бўлсин, хоҳики гуманитар, маълум бир ўрга-ниш объектига эга. Объект хақида йигилган маълумот урганилаётган объект-нинг модели була олади. Фан оламида маълум бўлган маълумотларни ҳаммасини қўриниш ва маъно жиҳатдан уч қисмга ажратиш мумкин: физи-кавий, графикавий ва математикавий қисимларга. Бу ердан келиб чиқадики моделлар ҳам уч гуруҳга бўлинар экан: физикавий, графикавий ва математи-кавий моделларга.

Физикавий моделларга: лаборатория шароитида ўрганилаётган предметлар, макетлар. Мисол: Токомак қурилмаси (термоядровий жараёнларни урганишга мулжалланган қурилма), химик ва биологик лабораториялардаги тажрибалар.

Графикавий моделлар: схемалар, расмлар, ҳар хил графикавий чизмалар, илмий ва тарихий асарлар ва ҳоказолар.

Математик моделларга: Кеплер, Ньютон, Эйнштейн ва ҳоказо физикавий-математикавий қонунлар.

Математик моделлаштириш буйича охириги бир неча ун йилликда шунчалик қўп ишлар қилинганки, бирор-бир илмий ва техникавий соҳа йўқки, унда математик моделлаштириш қўлланилмаган бўлса. Математик моделлаштириш соҳасидаги бундай ҳол классификация масаласини юзага келтириши табиийдир. Аммо ҳозирги вақтда математик моделлар классификацияси буйича аниқ бир нуқтаи назар ишлаб чиқилмаган.

Ҳар қандай классификациянинг мақсади бир бирига ухшаш объектларни маълум бир аломатларга асосан гуруҳлашдир.

Математик моделлар, қўрилиши, масалани қўйилиши, урганилаётган объектни табиати жиҳатидан бир биридан фарқ қилади. Қўпинча математик моделлар қўлланиши ва техникаси буйича классификация қилинади. Мисол тариқасида Ляпунов ва Багриновскилар (1975) классификациясини қараб чиқамиз:

Аниқ функционал бўғлиқли математик моделлар	-	Эҳтимолли бўғлиқли математик моделлар
Дискрет вақтли математик моделлар	-	Узлуксиз вақтли математик моделлар
Вақт интервали чегараланган математик моделлар	-	Интервали чегараланмаган математик моделлар
Фазовий узгарувчисиз математик моделлар	-	Фазовий узгарувчили математик моделлар
Изсиз математик моделлар (Марков занжири назариясига асосланган математик моделлар)	-	Изли математик моделлар
Бошқарувсиз математик модел	-	Бошқарувли математик модел

Бундай асосда классификациялаш амалда кам кулланилади. Математик моделларни классификацияси купинча мутахассиснинг интеллектуал эстетик даражасидан богликдир.

Свирежев (1975) математик моделларни классификациясини куйидагича беради: Хамма математик моделлар икки гурухга булинади - аналитик ва имитацион моделларга.

Аналитик моделлар гурухига масалаларни назарий тадқиқотига багишланган моделлар киради. Назарий тадқиқотлар деганда купинча уша урганилаётган объектнинг тургунлиги, тургунлик холлари, чегаравий даврларни мавжудлиги, бифуркацион холатларни диссипатив структуралари ва тебраниш даврини аниклаш масалалари тушунилади. Бундай холларда биз урганилаётган ходисани концептуал схемасини содалаштиришимиз керак. Бунинг учун хакикатга якин фикрлардан, асимптотик усуллардан, содалаштирилган гипотезалардан фойдаланилади. Бундай масалаларни ечишда купинча дифференциал тенгламалар назариясининг сифат ва тургунлик усулларидан ёки классик математикани бошка бирор кулай усуллардан фойдаланилади.

Имитацион моделлаштиришда масалани амалий нуктаи назардан ечиш системасини уз ичига олади, конкрет реал шароитни, номаълум узгарувчиларни ёки етарли даражада маълум булмаган элементлар орасидаги богликликни хисобга олган холда курилади. Бундай холларда асосан компьютерда эксперимент утказиш методлари назарда тутилади. Бундай моделлаштириш методи аналитик методдан фаркли урганилаётган объект элементлари орасидаги хилма-хил богликларни хисобга олиши мумкин.

Имитацион моделлаштириш усулидан хозирги пайтда жуда кенг куламда фойдаланилади. Бирор соха йукки, имитацион моделлаштириш ишлатилмаса. Ҳатто баъзи аналитик масалаларни ҳам ечишда қўлланиляпти.

Дифференциал тенгламалар асосида моделлаштириш

1. Математик моделлаштиришни асосий босқичлари
2. Математик моделнинг икки асосий таянчи: ишчи гипотезалар ва концептуал схема
3. Математик моделлаштиришнинг аналитик методларидан бири –

дифференциал тенгламалар

Математик моделни қуришдан олдин биз билишимиз керак модел қайси талабларга жавоб беришини. Бу талаблар қўйидагилар математик моделлаштиришнинг аналитик методларидан - дифференциал тенгламалар:

- Конкрет объектни модели бошқа ўхшаш объектларга қўлланиши учун керакли даражада универсал бўлиши шарт;

- Модел шундай қурилиши лозимки, уни деярли узгартиришсиз узидан юкори даражали моделга модел ости сифатида киритиш мумкин булсин;

- Моделда шунчалик факторларни ҳисобга олиш керакки, канчалик масалани ечишда зарур;

- Модел ҳисобга олиниши зарур бўлган факторларга нисбатан сезгирлик даражаси паст бўлиши шарт (ҳисобга олиниши мумкин булган факторларни аниқ қийматини экспериментда аниқланишини мураккаблигини назарга олган ҳолда);

- Модел блокли принцида қурилиши лозим, яъни узгарувчилар то иложи борича алохида блокда ҳисоблансин (автаном ҳолда), токи моделни модификацияси (узгартириш) қулай булишлиги учун.

Биринчи қўйилган талабни маъноси, яъни реал объектнинг математик модели керакли даражада умумий булиши керакки уни биз жуда кам узгартириш туфали бошқа ухшаш объектларга қўллаб олсак. Мисол учун олсак иссиқлик утказувчанликни чизиксиз тенгламасини на фақат иссиқлик жараёнларини ёзиш учун балким диффузия, ер ости сувларининг ҳаракати, газнинг пук(пористик) кабатлардаги филтрациясидек жараёнларни ўрганишга ҳам фойдаланиш мумкин. Бунда фақат моделга кирувчи катталикларни маъноси ва ўзгармас каталикларни киммати узгариши мумкин. Бу ердан келиб чиқадики, бундай объектларнинг умумий ва асосий қонунлари бир хел абстракция қуринишга эга булиши мумкинлиги.

Иккинчи қўйилган талабда математик моделни компактлиги назарга тутилган. Моделни қураётганда ҳамма вақт назарда тутиш керакки модел керакли вақтда ўзидан юкори даражали моделнинг бир блоки сифатида ишлатилишини. Мисол дарахтни математик модели урмон экосистемаси моделининг бир блоки сифатида, ёки фотозитез жараённинг математик модели дарахт математик моделини бир блоки сифатида ишлатиш мумкинлиги назарда тутилади.

Учинчи қўйилган талабни маъноси то иложи борича иккинчи учунчи даражали факторларни математик моделлаштиришда ҳисобга олмаслик, яъни моделни мураккаблаштирашмаслик. Мисол, эпидемияни тарқалишининг математик моделига шамолнинг тезлигини ҳисобга олиш моделни анча мураккаблаштиради, аммо атроф муҳитнинг ифлосланувчи коцергенларини тарқалишни акслантирувчи математик моделга шамол йўналишини ва тезлигини

хисобга олмаслик умуман мумкин эмас. Яна бир мисол сув кувуридаги сувни окимини математик моделини кураётганда Ойнинг таъсирини хисобга олмасак ҳам булади, аммо денгиз ёки океандаги сув тошкинларини хисоблаётганда биз албатта Ойнинг тортишини хисобга олишимиз керак, чунки сув тошкинлари тугридан тугри Ойни тортишиш натижасидир.

Туртинчи куйилган талабни маъноси шуки реал табиатдаги купгина факторларнинг улчашда анчагина хатоликларга йул куйилиши мумкин. Купчилик холларда факторни аниқ кийматини улчаш умуман мумкин булмасдан колади. Сабаби ё улчашни бирор бир аниқ мукамал методикаси йук ёки умуман иложи йук. Мисол, об-хавони прогнози то холигача тахминий, хашаротларни пахта майдонидаги сони, Ойни Ер атрофида айланиш траекториясининг аниқ конунияти ва хоказолар. Бундан келиб чикадики бизни математик моделимиз хар бир хисобга олинган факторларни кийматини аниқлашда жуда кичик куйилган хатоликга сезгир булса, унда бизни моделимиз хеч қачон коникарли натижа бермайди. Шу сабабли модел хисобга олинадиган факторларга нисбатан купол булиши шарт, яъни факторларнинг кийматига сезгир булмаслик.

Албатта, бундай талаб ҳамма вақт ҳам уринли булмайди. Агар биз технологик жараёнларни математик модели хақида гапирмокчи булсак туртинчи талаб уринли эмас. Бундай талабот фақат табиий жараёнларни хисобга олинаётганда уринлидир.

Бешинчи талаб математик моделнинг унча катта булмаган узгартиришсиз тезда мослашишга каратилган булиб, моделни универсаллигини характерлайди.

Математик моделни куриш этаплари куйидагилардан иборатдир:

- Объектни ўрганиш;
- Объектни объект ости блокларга ажратиш, блоклардаги ўзгарувчиларни аниқлаш, блоклар ва улардаги ўзгарувчилар орасидаги боғлиқликларни ўрнатиш ва объектнинг концептуал моделини куриш;
- Концептуал моделни математика тилида формализациялаш, яъни объектнинг математик моделини ёзиш. Математик моделни назари тадқиқотини утказиш;
- Кулай компьютер тилида моделлаштириш алгоритминини ёзиш;
- Компьютерда объект динамикасини имитациялаш;
- Модел параметрларининг бахолаш (идентификациялаш), имитация натижасини объектнинг табиий динамикаси билан такослаш асосида;
- Моделни синаш (верификациялаш), яъни идентификациялашган моделни бошқа (идентификациялашга фойдаланилмаган) берилганларда синаш;

- Модел сезгирлигининг анализи, яъни имитация натижасини модел параметрлари қийматларидан (кенг маънода модел асосидаги гипотезаларнинг каноатлантирувчи микдорий боғлиқларнинг қуринишидан) ва бошланғич берилганларни узғаришидан боғлиқлигини аниқлаш, ва

- Имитацион эксперимент андозасини ёзиш ва ҳар хил мантиқий сценарияларни қўриб чиқиш.

Биринчи этапда - объектга доир, унинг динамикасини, табиатини тушунтирувчи ҳар қандай тегишли маълумотларни йиғиш тушунилади.

Икинчи этапда - йиғилган маълумотларни системалаштириш, тегишли ишчи гипотезаларни ёзиш ва системалаштирилган маълумотларни схематик равишда акслантириш тушунилади. Системалаштирилган маълумотларни схематик акслантириш - концептуал моделлаштиришдир.

Учинчи этапда концептуал модел асосида математик моделни ёзиш. Бунда албатта уша концептуал модел ва урганилаётган объектга нисбатан юргизилган ишчи гипотезаларни асосида узгарувчилар орасидаги боғлиқликларни, муносабатларни, уларни узғариш қонунларининг, блоқлар орасидаги боғланишларни математик ифодалар, функциялар ва тенгламалар орқали ёзилиши. Буларнинг ҳаммаси биргаликда математик моделни ташкил қилади. Математик модел ёзилгандан сунг уни маълум бир математик методларга асосан тадқиқот утказилади. Бунда математик модел ечимлари аниқланади, уларни узғариш соҳалари аниқланади, моделни асимтотик ечимларини анализи қуриб чиқилади, модел турғунлиги текширилади ва хоказолар.

Тўртинчи этапда математик модел ечимлари асосида компьютердаги қулай бирон бир алгоритмик тилда программа ёзилади, математик модел ёрдамида имитацион экспериментларни утказиш учун.

Бешинчи этапда моделни объект динамикасига мувофиқлаштириш ниятида объект динамикаси буйича имитацион экспериментлар утказиш тушунилади.

Олтинчи этапда имитацион эксперимент натижасини объектни табиий динамикаси билан тақослаш натижасида математик модел параметрлари баҳоланади.

Етинчи этапда моделни амалда қуллаш учун синов экспериментлари утказилади ва аниқланади моделни амалда тадбиқ қилиш мумкинми ё мувофиқлаштириш учун ўзгартириш талаб қилинадими.

Саккизинчи этапда моделни уз параметрларининг қийматиға нисбатан сезгирлигини, яъни параметрларнинг аниқлашдаги ҳатоликларни чегаралари аниқланади. Агар ҳатолик белгиланган чегарадан чиқиб кетса модел натижалари объектни ҳақиқий динамикасидан фарқи катта булиб тамоман нотўғри маълумотга олиб келиши мумкин. Ана шундай ҳолатға тушмаслик

учун албатта модел параметрларини урганиш, яъни "ишонч интервалларини" аниқлашимиз керак.

Охирги этапда математик модел ёрдамида хар хил мантиқий, назарий ва амалий экспериментлар ўтказиш ёрдамида объект ҳақида янги маълумотларни йиғиш, яъни илмий назарий тадқиқот ишлари олиб борилиши тушунилади.

Математик моделни қуришнинг асосий моментларидан бири бу ўрганилаётган объектга доир йиғилган маълумотлар асосида объект структураси буйича тегишли ишчи гипотезаларни юритиш ва шу гипотезаларга асосланиб объект структурасини схематик равишда акслантириш хисобланади. Объект структурасини схематик равишда акслантиришни купчилик адабиётларда объектни концептуал схемасини қуриш деган тушунча ишлатилади.

Демак, математик моделни қуришининг асосий моментларидан бири ўрганилаётган объектни структураси буйича ишчи гипотезаларни юритиш. Ишчи гипотезалар моделлаштиришда нафакат асосий моментни ташкил қилади балким хал қилувчи ролни уйнайди. Қанчалик биз реал объектга нисбатан мувофиқ ишчи гипотезаларни юритсак шунчалик мукамал математик модел яратган буламиз.

Ишчи гипотезаларни юритишда авалом бор биз олдимизга қўйилган максадни кўзда тутишимиз ва объект структурасини аниқлайдиган асосий этапларга, қонунларга этибор беришимиз керак. Ана шуларни кўзга тутган ҳолда ишчи гипотезаларни ёзилади.

Пружинанинг тебранишининг математик модели мисолидаги гипотезасига этибор берайлик:

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = -kx$$

Пружинани шунчалик сикамизки у узини эластиклик хусусиятини юкотмасин. Бунда Гук қонунига биноан шарикчага kx - га тенг пружинани эластиклик қучи таъсир қилади. Агар биз бу гипотеза билан пружинани таранглик тебранишларининг математик моделини таққосласак юритилган гипотезанинг нақадар мукамаллигини яқол кўришимиз мумкин.

Популяцияни математик модели мисолидаги гипотезани қараб чикамиз:

$$\frac{dx}{dt} = kx - \alpha x^2$$

Фараз киламизки вақтнинг ҳар қандай моментида биомассанинг ўсиш тезлиги бор биомассага пропорционал, популяция вакиллари узаро конкуренциясига тесқари пропорционал.

Юритилган гипотеза ва математик моделни бир бирига солиштириб анализ ўтқазсак уларни ўзаро мувофиқлиги кўринади.

Бу икки мисолдан келиб чиқадиги гипотеза реал объектни сўз орқали баён қилинган модели экан.

Унчалик мураккаб бўлмаган объектларнинг математик моделини кураётганда юқорида қараб чиқилган мисоллардаги каби ёндошиш, яъни аввал ишчи гипотезалар сўнг шу ишчи гипотезаларни акслантирувчи математик ифодаларни ёзиш усули кўп ҳолларда уринли булишини куришимиз мумкин.

Аммо мураккаб объектларни математик моделлаштиришда тегишли ишчи гипотезаларнинг юргизиш асосида математик моделни ёзиш анчагина кийин булиши мумкин. Кийин булишининг сабаби - урганилаётган объект структурасини жуда кўп, табиати ҳар хил ўзгарувчилардан иборат эканлигида булиб, бу ўзгарувчилар орасида қизиксиз боғлиқлар ҳам мавжуд булишидандир. Бундай мураккаб объектларни моделлаштиришда бир икки ишчи гипотезалар билан чекланиб бўлмайди. Бунинг учун албатта ишчи гипотезалар системаси булиши шарт. Бу ишчи гипотезалар системасидан математик моделга ўтишда математик моделнинг концептуал схемасини куриш жуда катта аҳмиятга эга.

Бундай усул, биринчидан мураккаб объект структурасини яққол кўз олдимишга келтиришимиз учун, иккинчидан ўзгарувчилар орасидаги муҳим боғлиқликларни тасвирлаш ва уларни аниқ акслантириш, учинчидан ўзгарувчиларни объект динамикасига таъсир даражасини аниқлаш (асосий ва асосий бўлмаган иккинчи даражали ўзгарувчиларга ажратиш), туртинчидан, математик ифодаларни, функцияларни ва тенгламаларни ёзишда қулайлик яратиш ва бешинчидан урганиётган объектни муҳокамасида ҳар хил мутахассисликларни жалб қилиш учун жуда катта аҳмиятга эга.

Математик моделлаштириш буйича, рус тилида чоп қилинган, кўпчилик ишларда блок схема тушунчаси ва схемани ўчратамиш. Концептуал схема ва блок схема бир бирига ўхшаб кетсаям, аслида маъноси жихатдан ва тузилиши жихатдан улар фарқ қилади, бу биринчидан, иккинчидан концептуал схема математик моделдан олдин курилади, ўчунчидан концептуал схема математик модел куриш ўчун керак, блок схема берилган математик модел буйича бирор бир алгоритмик тилда компьютерда программа ёзиш ўчун мушжалланган.

Концептуал схемани Форрестер диаграммалар тилида курилади. Форрестерни қизиктирган тадқиқот объекти бу мураккаб система ҳисобланган ишлаб чиқариш қорхоналари эди. Бундай мураккаб системаларни тадқиқот қилишдан мақсад ишлаб чиқариш қорхоналарини

динамик моделларини куриш эди. Ишлаб чикариш корхоналарини ҳамма томонлама урганиб чиккандан сунг Форрестер бундай мураккаб системани ишлаш фаолиятини имитацион динамик моделини таклиф килди.

Бундай имитацион динамик моделлар куйидаги хоссаларга эга булиши керак :

- Хар кандай биз хохлаган сабаб-натижа богликларни хисобга ола билиши;
- Оддий математик куринишга эга булиши;
- Урганаётган объект тилига синоним булган терминларни ишлатиш;
- То иложи борича куп узгарувчиларни камраб олиш, албата хисоблаш машиналарини ресурсларини хисобга олган холда;
- "Узлуксиз" узаро таъсирни шундай акслантира олиши керакки, ечимлар (карорлар) оралигидаги вақт моментларида киритиладиган дискрет катталиклар модел натижасига тасир килмасин. Керак булганда модел натижасига дискрет узгаришлар критиш мумкин булсин.

Бундай талабларга жавоб берувчи имитацион динамик моделларни ёзиш учун Форрестер махсус диаграммалар тилини ихтиро килди. Богликликлар диаграммасидаги белгилар куйидагича белгиланади (1-расм):

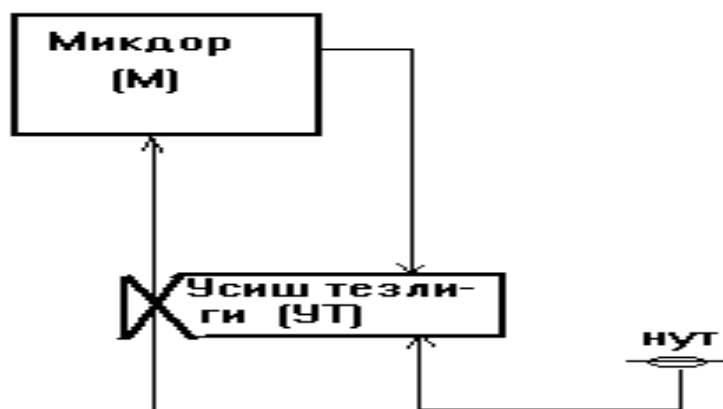


Расм 4

1-расм.

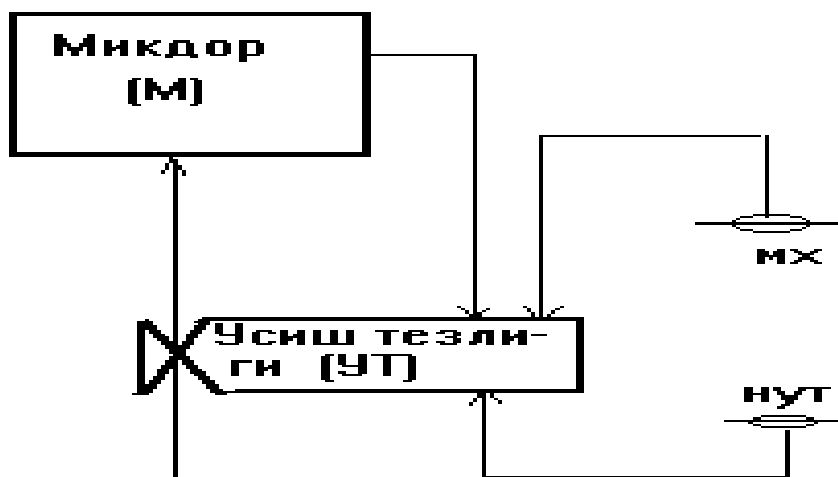
Форрестер богликлар диаграммаси ёрдамида жуда куп динамик моделлар яратилган. Биз бу ерда оддий мисолларни караб чикамиз.

Мисол 1. Экспоненциал усиш. Экспоненциал усишда микдор (М) усиш тезлиги (УТ) оркали бошқарилади, усиш тезлиги уз навбатида нисбий усиш тезлиги (НУТ) доимийсидан ва уша моментдаги микдор (М) кийматидан боглик. Бундай гипотезани концептуал схемаси куйидагича куринишга эга (2-расм).



2- расм

Мисол 2. Логистик усишда M УТ оркали бошқарилади, УТ уз навбатида M уша вақтдаги қийматдан ва икки доимийликдан - НУТ ва мухит хажмидан (MX) боғлиқ. Бундай гипотезанинг концептуал схемаси қуйидагича қурилишга эга (3 - расм):



3-расм

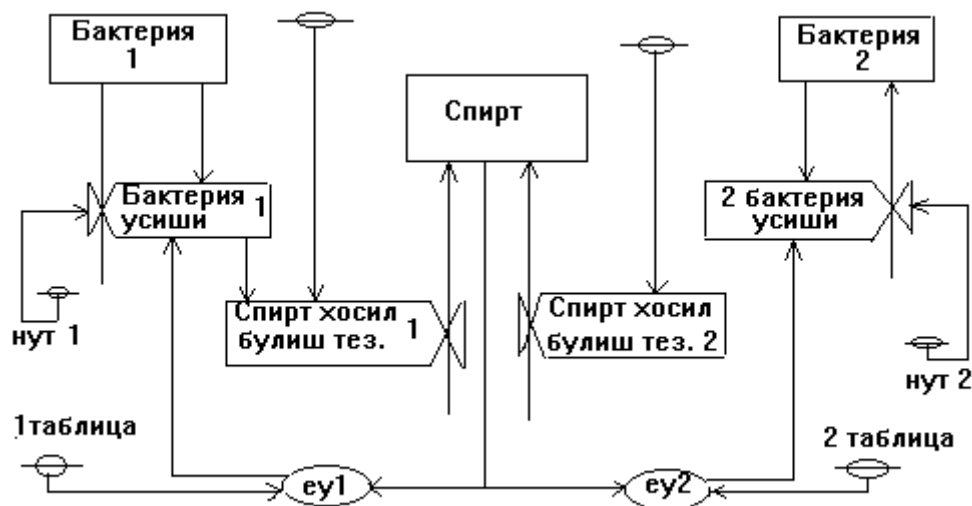
Мисол 3. Гаузе узини экспериментларида 2 хил бактерияларни (дрожей) маълум мик-дордаги канд ва бошқа керакли шароит мавжуд мухитида қупайтирди. Бактериялар анаэроб шароитида кандни истемол қиладилар бактерияларнинг усиши учун зарур булган энергия манбааси сифатида. Бунда охириги махсулот - CO_2 (карбонат ангидрид) ва сув. Булар мухитни ифлослантир-майди. Агар бактериялар анаэроб шароитида устирилса унда учинчи охириги махсулот - спирт ажралиб чиқади. Мухитда спирт жамланиб бакте-рияларни усишини секинлаштиради ва бора-бора умуман тухтатиб қуяди, мухитда керакли микдорда кандни сакланган булишига қарамасдан.

Гаузе бу икки хил бактерияларнинг алохидаликда ва биргаликда устириб экспериментлар сериясини утказди ва икки хил бактерияларни бир

бирига тасирини урганди. Гаузенинг тахминича бактерияларнинг узаро таъсири жараёнинг махсули булган спирт оркали юз беради. Спирт бактерия мухитининг ифлосланувчиси булганлиги сабабли бактерияларнинг усишига манфий таъсир курсатади.

Гаузенинг бу тахминини текшириш учун бактерияларнинг алохидаликда ва биргаликда купайишини моделлаштириш лозим, уларни узаро таъсири мухитда спирт махсулотини хосил булиши туфайли юзага келади деб.

Юкорида баён килинган икки хил бактерияларнинг купайиши ва уларнинг таъсирини боғлиқлик диаграммалар тилида куйидагича тасвирласа булади (4 - рами):



4 - расм

Математик моделлаштиришнинг аналитик методларидан - дифференциал тенгламалар ва алгебраик гурухлар назариясини тадбири билан та-нишиб чикамиз. Бу деган суз бошка аналитик методлар математик модел-лаштиришда кулланилмайди деган фикрни билдирмайди, балким математик моделлаштиришда дифференциал тенгламалар назарияси жуда куп холларда ишлатилишини билдиради, холос. Иккинчидан, охирги 20 - 10 йилликлардаги математик моделлаштириш соҳасида фундаментал ишларни яратилиши гурухлар назариясини куллаш туфайли эришилаётганлигидадир. Шу сабабли биз гурухлар назариясини куллашни хам алохида ёритиб беришни афзал курдик.

Аналитик математик моделларнинг тадбироти буйича классик ва хозирги замон бир неча усулларини ёритиб бериш билан чегараландик. Булар изоклиналар, чизикли холатга келтириш, тургунликни текширишнинг Ляпунов усули, холатлар текислигини классификациялаш ва динамик система-

ларни бифуркацияларини урганиш усуллари дир. Буларнинг хаммаси ўрганилаётган объект назариясини яратишга қаратилган.

Купинча табиий ходисаларни урганилаётганда техникада, химияда, биологияда ва бошқа фанларда масалани ечими урганилаётган ходисадаги узгарувчилар орасидаги боғлиқликларни урганишга қаратилган бўлади. Бундай масаланинг куйилиши албатта табиий, яъни узгарувчилар орасидаги боғлиқликларни аниқлаши бу уша ходисани эволюциясининг узгариш конунларини аниқлашдир. Купчилик холларда узгарувчилар орасида боғлиқликларни урнатиш мумкин булмасдан қолади. Бундай холларда катталар (функциялар) ва уларни узгариш тезликликлари орасидаги боғлиқликларни урнатиш мумкин бази бир дифференциал тенгламалар курунишида. Бундан келиб чиқадики купинча табиий масалаларни ечишда дифференциал тенгламалар усулини куллар эканмиз.

Мисол 1. Микробиологияга доир. Вақтга боғлиқ равишда бактерияларни сонини усиш конунияти аниқлансин.

Гипотеза: N_0 микдордаги бактериялар купайишига кулай шароитда жойлаштирилган. Экспериментал тадқиқотлардан маълумки бактерияларнинг купайиш тезлиги узининг бор биомассасига тугри пропорционал.

Математик моделнинг курилиши: t вақт моментидаги бактерияларни сони $N(t)$ билан белгилаймиз: $N(0)=N_0$ булсин. Бактериялар сонининг факат бутун сонлар билан характерланишидан четлашган холда $N(t)$ ни вақт давомидаги узлуксиз дифференциалланувчи деб фараз қиламиз. Бунда бактерияларни усиш тезлиги $N(t)$ дан вақт буйича олинган хосила хисобланилади. Юкоридаги юритилган гипотезамиз асосида излаётган масаламизни математик моделини куйидаги курунишда ёзиш мумкин:

$$\frac{dN(t)}{dt} = kN(t), \quad k > 0, \quad (1)$$

коэффициент k бактерияларнинг турига ва яшаш шароитига боғлиқ. k ни экспериментал йул орқали аниқлаш мумкин. Бизни урганилаётган масаламиз математик масалага келди: (1) тенгламани $N = N(t)$ ечими топилсин, ким куйилган шарт каноатлантисин $N(0)=N_0$.

Математик моделнинг ечими: (1) тенгламани хар икала томонини $N(t)$ ($N(t) > 0$) га булиб куйидагини хосил қиламиз:

$$\frac{d}{dt}(\ln N(t)) = k.$$

Бу тенгламани интегралаб куйидагини хосил қиламиз

$$\ln N(t) = kt + c_1, \quad (2)$$

бунда c_1 - ихтиёрий доимий, кулайлик учун куйидагича белгилаймиз $c_1 = \ln C$, $C > 0$ (2) дан:

$$N(t) = Ce^{kt} \quad (3)$$

(3) функциялар тупламидан бактерияларнинг усишини каноатлантисувчи

ечимни танлаб олиш учун $N(0) = N_0$ шартдан фойдаланамиз: $N_0 = C$.
 Бунда (3) куйидаги курилишни олади

$$N(t) = N_0 e^{kt} \quad (4)$$

демак, бактерияларнинг вақт давомидаги ўсиши курсаткичи конун асосида юз берар экан.

Куриб чиқилган мисолда бактерияларни ўсиш тезлигини математик модели (1) тенглама ҳисобланилади, бактерияларни вақт ўтиши билан ўсиш конуниятини (4) тенглама акслантиради.

Мисол 2. Физикага доир. Атмосфера босими (p) ни баландлик (h) дан боғлиқлигини ($p = p(h)$) аниқлаймиз.

Гипотеза: Маълумки, денгиз сатхидан қанча баланд кутарилса ҳаво шунчалик сийрақлашади, яъни атмосфера босими баландлик сари камая боради.

Математик моделни курилиши: Эслатиш лозим, ки атмосфера босими қиймати сифатида кесим юзаси 1 см^2 булган вертикал устунчадаги ҳавонинг оғирлигини тушунилади. Фикран h ва $h + \Delta h$ ҳар хил баландликларда вертикал ҳаво устунини горизонтал кесамиз. Курсатилган баландликлардаги босимлар фарқи $p(h) - p(h + \Delta h) = -\Delta p(h)$ қиймати жихатдан иккита кесим орасидаги ҳавонинг оғирлигига тенг: $-\Delta p(h) = \Delta mg$, бу ерда Δm - шу ҳавонинг массаси; g - эркин тушиш тезланиши. Ҳаво устунчасини $\Delta \vartheta$ ҳажми тенг $\Delta \vartheta = s \Delta h = D \Delta h$ агар ҳавонинг уртача зичлиги устунчада ρ_{yp} га тенг булса унда $\Delta m = \rho_{yp} \Delta h$, буердан $-\Delta p(h) = g \rho_{yp} \Delta h$ ва $\frac{\Delta p(h)}{\Delta h} = -g \rho_{yp}$ баландликдаги ҳавонинг зичлиги $\rho(h)$ билан белгилаймиз. Унда $\Delta h \rightarrow 0$ билан $\rho_{yp} \rightarrow \rho(h)$ ва охириги муносабатда лимитга ўтиб $\Delta h \rightarrow 0$ да дифференциал тенгламани ҳосил қиламиз

$$\frac{dp}{dh} = -g\rho(h), \quad (5)$$

бу ерда $\rho(h)$ номаълум функция.

Фараз қиламизки атмосферанинг температураси ҳамма қатламларда бир хил. Унда Бойл-Мариот конунидан ёки газнинг ҳолат тенгламасидан босимнинг зичлигига пропорционал эканлигини осон чиқариш мумкин:

$$p(h) = b\rho(h). \quad (6)$$

Биз биламизки $pV = RT$ буерда $p = \frac{RT}{V} = \frac{RT}{M} \frac{M}{V}$, бунда $b = \frac{RT}{M}$; $\rho(h) = \frac{M}{V}$; R -универсал газ доимийси; M -газни моляр массаси. (5) ва (6) тенгламалардан қуйидаги дифференциал тенгламани ҳосил қиламиз:

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{d}{b} p \quad (7)$$

Математик моделнинг ечими:

(7) тенглама (1) тенгламадан коэффициентнинг манфийлиги билан фарк қилади холос. Шунинг учун (7) тенгламанинг ечими (1) тенглама ечими каби қурилишида ёзиш мумкин:

$$p = Ce^{-\frac{g}{b}h} \quad (c \in R).$$

Агар денгиз сатҳида ($h=0$) булганда $P(0)=P_0$ булса, унда $C=P_0$ аниқланади ва атмосфера босимининг h баландлигидан боғлиқ равишда узғариш қонунини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{g}{b}h}. \quad (8)$$

Хулоса: Шундай қилиб, босим барометрик формула (8) асосан юқорига қараб қурсатгичли қонуният буйича қамаяр экан. Аммо (8) формула юқори баландликларда (ер шарини радиуси билан солиштириш мумкин булган қатталиқларда) қатта қатоликлар беради. Бу биринчидан температурани баландликлар сари узғаришини ва эркин тушиш тезланишининг узғаришини ҳамда бошқа содир буладиган жараёнларни ҳисобга олмаслик сабабли.

Тасодифий ҳодиса ва жараёнларни моделлаштириш

1. Таҷрибавий натижаларни статистик таҳлили
2. Тасодифий ҳодисалар
3. Қатта сонлар қонуни
4. Биномиал ва Пуассон тақсимотлари

Ҳар қандай математик модел берилганларга асосланади. Математик моделнинг реал объектга мувофиқлигини берилганларнинг аниқлик даражасига боғлиқ. Демак, қузатув ёки экспериментал йул орқали тупланган берилганлар қанчалик ҳақиқатга яқин қелса унга асосланган математик модел ҳам шунчалик ҳақиқатга яқин булиши мумкин. Қузатув ёки экспериментал йул орқали йигилган берилганларнинг ҳақиқатга яқинлигини текшириш учун эҳтимоллар назариясининг ёки математик статистиканинг бир неча усуллари мавжуд.

Бундай усулларга тасодифий ҳодисаларнинг анализи, тасодифий қатталиқларнинг тақсимот қонуни аниқлаш усули, тасодифий қатталиқларни математик қутишини аниқлаш, тақсимот қонунларини статистик баҳолаш, корреляция назарияси, статистик гипотезаларни статистик текшириши, Марков занжири назарияси, тасодифий функциялар назарияси ва ҳоказолар.

Буларнинг ҳаммаси берилганларнинг анализига, яъни берилганлар маълум бир тартиб билан жойланиш қонунини аниқлаш, усувчими,

камаювчими, даврийми ёки тасодифийми. Тасодифий булса берилганларни хар бири содир булиш эхтимолени зудлигини, берилганларни таксимот конунини аниклаш ва хоказолар. Бундай анализларни утказишни маъноси берилганларни анализи асосида маълум бир хакикатга якин гипотезалар юритиш ва шулар асосида математик модел яратишдир.

Албатта, биз юкорида айтиб утилган хамма усулларни караб чикишга имконимиз йук, аммо мисол тарикасида баъзиларини караб чикишимиз мумкин, мисол таксимот конунини аниклаш буйича:

Масалан, кул сувининг рН буйича анализ килиш лозим булиб колсин. Кулни тасодифий ихтиёри 20 жойидан анализ учун сув олинган. Бунда куйидаги маълумотлар йигилган:

1-жадвал.

Синовларнинг тартиби№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Хар бир синовдаги рН	2	1	4	6	5	3	1	2	1	3	7	3	4	2	3	4	2	3	6	3

Бу таблицадан куришиб турибдики, 20 пробада: рН = 1 - 3 маротаба, 2 - 4 маротаба, 3 - 6 маротаба, 4 - 3 маротаба, 5 - 1 маротаба, 6 - 2 маротаба, 7 - 1 маротаба учрар экан. Бу маълумотлар асосида куйидаги таксимот жадвалининг тузишимиз мумкин: бунда Х синовдаги рН ларнинг микдорини, N рН кийматларининг 20 маротаба утказилган синовлардаги учратиш зудлиги:

2-жадвал

X	1	2	3	4	5	6	7,
N	3	4	6	3	1	2	1,

Бу жадвалдан куришиб турибдики, биз текшираётган кул сувининг рН 3 атрофида экан. Чунки рН-ни бу киймати 20 та синовда 6 маротаба учрайди. Агар шу кул сувини рН=3 деб олсак бу хакикатга якин фикр буларди. Бу фикрнинг аниклигига ишонч хосил килиш учун юкоридаги 2 жадвални таксимотини нисбий зудлиларни, яъни хар бир рН кийматининг узгариш эхтимолени (р) учун куйидаги таксимотни ёза оламиз:

3.Жадвал

х:	1	2	3	4	5	6	7
р:	0.15	0.2	0.3	0.15	0.05	0.1	0.05
Назорат:	0.15+0.2+0.3+0.15+0.05+0.1+0.05= 1.0						

Бу жадвалдан куришиб турибтики $pH=3$ киймати pH -ни бошка кийматларига нисбатан энг катта эхтимолга эга.

Демак, кул сувидаги $pH=3$ деган гипотезани олдинга сурамиз. Бу кул сувини тажрибавий натижалар асосидаги олинган берилганларнинг статистик тахлили натижасидир.

Агар биз куз унгимизга келтирсак нафақат pH , балки бир неча 10 параметрларни кузатишимиз керак булса ва синашлар сони бир неча минглар атрофида борса унда 2 ва 3 жадвалларни куриш нақадар муҳимлигини куз олдимизга келтиришимиз мумкин.

Буларнинг хаммаси берилганлар устида қандайдир амаллар бажариб улардан керакли ишчи гипотезаларни аниқлаб олиш мақсадида қилинади.

Эхтимоллик назарияси тилида ҳар қандай натижа, оқибат ёки бир маротибалик синов ҳодиса дейилади. Агар ҳодиса фақат битта оқибатга олиб келса, бундай ҳодисага содир бўлиши аниқ дейилади. Агар комплекс шароит яратилганда ҳодисани юз бериши мумкин бўлмаса унда содир бўлиши мумкин бўлмаган ҳодиса дейилади. Шундой ҳодисалар мавжудки олдиндан содир бўлиши номаълум, бундой ҳодисаларга тасодифий ҳодисалар дейилади.

Тасодифий ҳодисалар лотин бош ҳарфлари билан белгиланади. Тасодифий ҳодисалар ўзаро биргаликда эмас дейилади, қачонки синовда фақат бита ҳодиса юз берса. Мисол учун тангани ташлаганда ё герб томони тушади, ёки ёзувли томони. Анна шу мисолда герб ва ёзувли томон ҳодисалари биргаликда бўлмаган ҳодисаларга мисол бўла олади. Ҳодисалар синовда бир моментда юз берса, бундай ҳодисаларга биргаликдаги ҳодисалар дейилади. Ёмғирни ёғиши ва ҳаво намгарлигини ошиши, қорни ёғиши ва ҳавони совуш, қуёшни чиқиши ва ҳавони иссиш ҳодисалари биргаликдаги ҳодисаларга мисол бўла олади.

Ҳар қандой тасодифий ҳодисани олдиндан, шу ҳодисага тегишли бўлган, ишонч ёки эхтимол билан содир бўлишини айтиш мумкин. Бунда эхтимолликни A ҳодисани содир бўлишини объектив мумкин бўлган сонли киймати бир маротибадаги синовда $P(A)$ ишора билан белгиланади. Классик таърифга кўра ҳодисани эхтимоли унинг синовдаги содир бўлган сонли кийматини (m) синовлар сонига (n) нисбати билан аниқланади:

$$P(A) = \frac{m}{n}.$$

Мисол учун, кутида 5 та оқ ва 10 қора шар бор. Тасодифан кутидан бита шар олинади. Олинган шарни оқ бўлишини эхтимоли қанақа бўлиши мумкин? Шарларнинг умумий сони 15 та шулардан 5 таси оқ, бундан келиб чиқадики 15 та мавжуд ($n=15$) синовларда фақат 5 таси ($m=5$) кутилаётган ҳодисага имконият бериши мумкин, яъни бир маротиба ўтказилган синовда оқ шарни пайдо бўлиш имкони $P = 5/15 = 1/3 \approx 0.33$. Бундан кўришиб турибдики имконпазир ҳодисаларни сони кўпайиши, шу ҳодисани содир бўлиш эхтимолини кўпайтиради.

Эҳтимолликни «классик» тарифидан келиб чиқадики, эҳтимоллик киймати 0 ва 1 орасида бўлиб, бирни birlikлари кўринишида тасфирланади: $0 \leq P(A) \leq 1$ (синовларни умумий сонидан % шаклидаям тасфирлаш мумкин). Содир бўлиши аниқ бўлган ҳодисани эҳтимоли 1 га тенг, содир бўлиши аниқ мумкин бўлмаган ҳодисани эҳтимоли 0 га тенг. Эҳтимолликни бу аксиоматик хоссасидан келиб чиқадики содир бўлиши мумкин бўлган ва содир бўлиши мумкин бўлмаган ҳодисалар эҳтимолликларини йиғиндиси 1 га тенг, яъни $P(A) + P(\bar{A}) = 1$.

Ёзувни содалаштириш мақсадида қўйидаги белгилашлар қабул қилинган: $P(A) = p$ ва $P(\bar{A}) = q$, бу ердан $p + q = 1$. Синовгача кўрсатилган ёки ҳисобланган эҳтимолликга априор эҳтимоллик дейилади. Мисол учун тангани ташлаганда герб ёки ёзув томонини тушиши. Бунда икки ҳолат мавжуд, ҳар икала ҳолатни ҳам эҳтимоли бир хил $p = q = 1/2$. Бошқа ҳолат, қачонки бирон-бир дорини ҳар хил миқдорини организмга таъсирини ўрганиш. Бундой ҳолатда дорини организмга таъсирини синовдан олдин айтиш мумкин эмас. Ҳар хил ҳолатларни содир бўлиш эҳтимолини фақат тажрибадан сўнг кўрсатиш мумкин. Бндай эҳтимоллика апостериор эҳтимоллик дейилади. Бундан ташқари кузатишлар асосида ҳисобланган эҳтимолликга статистик эҳтимоллик дейилади.

Кўп сонли тажрибалар ва кузатишлар шуни кўрсатадики синовларни сони n ўсиши билан тасодифий ҳодисаларни кутилиш частотаси (статистик эҳтимоллик) уларни содир бўлиш эҳтимолига яқинлашади (классик эҳтимолликга). Буни тангани чертиб ташлагандаги тажрибалар натижаси келтирилган қўйидаги жадвалда кўриш мумкин.

Ким томонидан синовлар ўтказилган	Синовлар сони	Герб томонини тушиш сони	Учрашиш ходисаси эҳтимоли	Классик эҳтимолликдан фарқи
Бюффон тажрибалари	4040	2048	0.5069	0.0069
Пирсон:				
1 тажриба	12000	6019	0.5016	0.0016
2 тажриба	24000	12012	0.5005	0.0005

Келтирилган жадвалдан кўришиб турибдики синовлар сонини ўсиши билан кузатиш натижаларини учрашиши уларни классик эҳтимолидан ($p=0.5$) фарқи камаёверади. Бу мисолда катта сонлар қонунини таъсирини кўриш мумкин. Катта сонлар қонуни назаряси Я.Бернули (1713) ҳамда П.Л.Чебышевлар томонидан яратилган. Бу қонун шуни такидлайдики, A ходисасини учрашишлари (m/n) шу ҳодисани классик эҳтимолига яқинлашаверади, агар синовлар сони чексиз ошаверса.

Учрашишлар ҳодисасини (m/n) уни эҳтимоли p дан фарқи, ҳарқандой олдиндан берилган мусбат ε дан катта бўлиш эҳтимоли 0 га интилади синовларни сонини ∞ га интилиши билан:

$$P\left\{\left|m/n - p\right| > \varepsilon\right\} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0.$$

Бу қонунни тасдиқловчи мисоллар табиатда жуда кўп. К.Маркисни таъбири билан айтганда «...бундай тасодифий ҳодисалардаги ички қонунлар ва уларни бошқаруви, шу вақтда кўзга ташланадики, қачон улар жуда катта массаларни қамраб олишса...».

Биномиал тақсимот. Фараз қиламизки, бази бир тасодифи ҳодиса A га нисбатан n маротиба бир-бирига боғлиқ бўлмаган синовлар ўтказилган, шу шарт билан қим ҳар бир тажрибада A ҳодисани юз бериш эҳтимоли p доимий. Бунда фақат икки хил натижа юз бериши мумкин: A ҳодисани юз бериши ёки унга тесқари ҳодиса \bar{A} доимий эҳтимоллик q билан юз бериши мумкинлиги, бунда $p+q=1$. Бу шартда A ҳодиса m маротиба содир бўлса \bar{A} эса $n-m$ маротиба ҳосил бўлади. Бу ҳодисаларни ҳар қайсисини юз бериш эҳтимоли $(P_n(m))$ уларни қайси навбатда содир бўлишидан боғлиқ бўлмаган ҳолда $p^m q^{n-m}$ ифодани биномиал коэффициент $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ га кўпайтмаси

шаклида ёзиш мумкин:

$$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}.$$

Бу формула (Бернулли формуласи) n та тасодифий олинган эҳтимолликдан m та кутиш мумкин бўлган ҳодисани эҳтимолини ҳисоблашини имкониятини беради.

Мисол. 5 та туғилган боладан 0,1,2,3,4,5 сини ўғил бола туғилиш эҳтимоли ҳисоблансин.

Ҳар бир синовда ўғил болани туғилиш эҳтимоли $P(A)$ ёки қиз болани туғилиш эҳтимоли $P(\bar{A})$ бир хел 0.5 га тенг.

Аммо 5 та туғилган бола ичида бирорта ҳам ўғил бола бўлмаслик эҳтимоли:

$$P_5(0) = \frac{5!}{0!5!} (0.5)^0 \cdot (0.5)^5 = 1 \cdot 1 \cdot 0.03125 = 0.03125$$

5 тадан 1 таси ўғил бола бўлиш эҳтимоли:

$$P_5(1) = \frac{5!}{1!4!} (0.5)^1 (0.5)^4 = \frac{120}{1 \cdot 24} \cdot 0.5 \cdot 0.0625 = 0.15625.$$

Худий шундай:

$$P_5(2) = \frac{5!}{2!3!} (0.5)^2 (0.5)^3 = 10 \cdot 0.25 \cdot 0.125 = 0.3125$$

$$P_5(3) = \frac{5!}{3!2!} (0.5)^3 (0.5)^2 = 10 \cdot 0.25 \cdot 0.125 = 0.3125$$

$$P_5(4) = \frac{5!}{4!1!} (0.5)^4 (0.5)^1 = 0.15625$$

$$P_5(5) = \frac{5!}{5!0!} (0.5)^5 (0.5)^0 = 0.03125$$

Бу ҳисоб китоблардан ушбу шартни текшириш мумкин: $\sum_{m=0}^5 P_n(m) = 1$. Бу ҳисобланган эҳтимоликлар тўплами: $P_n(0), P_n(1), \dots, P_n(m)$ – биномиал тақсимотни ташкил қилади. Биномиал тақсимот бирор бир А ходисани n маротиба синов ўтказилгандаги содир бўлиш ёки бўлмашлик эҳтимоликлар қийматларини қатордаги жойланишига айтилади.

Кўрсатиш мумкин:

$$\sum_{m=0}^n P_n(m) = (p + q)^n.$$

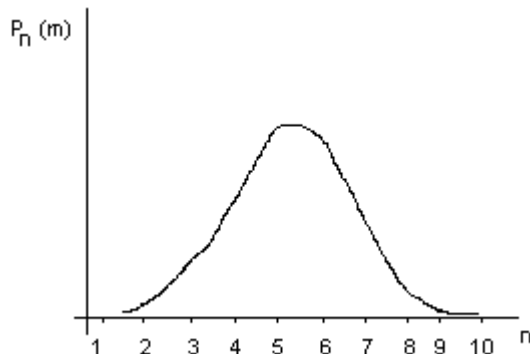
Мисол учун $n=2$ бўлганда натижа қўйидагича бўлиши мумкин: Синовлар натижаси $AA \quad \overline{AA} \quad \overline{AA} \quad \overline{AA}$ натижалар эҳтимоли $p^2 \quad pq \quad qp \quad q^2$ ёки $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$. $n=3$ бўлганда ўтказилган ўзаро боғлиқ бўлган синовда эҳтимоликлари қўйидагича тақсимланиши мумкин:

$$(p + q)^3 = p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 \text{ ва хоказо.}$$

Бу ердан келиб чиқадики биномиал тақсимот қонуни на фақат Бернулли формуласи орқали балким Ньютон биноми орқали ҳам ёзиш мумкин:

$$(p + q)^n = p^n + np^{n-1}q + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} p^{n-2}q^2 + \dots + q^n.$$

Биномиал эгрилик графигини умумий ҳол кўриниши қўйидагича бўлиши мумкин:



Пуассон тақсимоти. Биномиал эгрилик характери иккита катталиқ билан аниқланади: синовларни сони n ва кутилаётган натижа эҳтимолиги билан. $p=q$ ҳолатда биномиал эгрилик аниқ симметрикдир ва синовлар сонини ошириши билан эгрилик силлиқлаша боради ва ўзининг чегараси бўлмиш нормал эгриликга интилади. Агар $p \neq q$ бўлса биномиал эгрилик ассиметрик бўлиб p ва q фарқини ошириши билан ассиметриклик даражаси ҳам оша боради. Қачонки p ва q лар жуда кичик бўлиб бирни юз ва минг бирликларида ҳисобланса ассиметриклик даражаси яна ҳам ошишини кўриш мумкин. Жуда кам учрайдиган бундой ҳолатларни ўрганишда Пуассон тақсимоти жуда қулай:

$$P_n(m) = \frac{a^m}{m!} e^{-a} = \frac{a^m}{m! e^a},$$

бунда $a \approx np$ кутаётган ҳодиса частотасини эҳтимоли катта бўлган ҳол учун (кутилаётган ҳодисани кўп маротиба қайтарилиш эҳтимоли катта), m - кутилаётган ҳодиса частотаси n ўзаро боғлиқмас синовда, $e = 2.7183$ натурал логорифм асоси, $m!$ - факториал ёки натурал сонлар купайтмаси: $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot m$. Пуассон формуласи a ни 0 дан n гача бўлган ҳар қандой қиймати учун эҳтимолликни ҳисоблайди. Мисол учун $a = 2$ булганда A ҳодиса берилган шароитда:

юз бермаслик эҳтимоли кўйидагича бўлади:

$$P_2(0) = \frac{2^0}{0!e^2} = \frac{1}{2.7183^2} = 0.1353$$

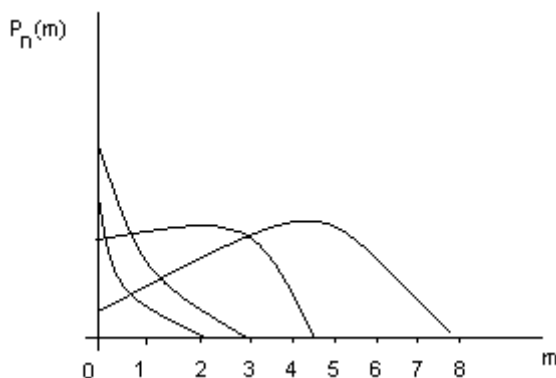
кутилаётган ҳодиса 1 маротиба содир бўлиш эҳтимоли:

$$P_2(1) = \frac{2^1}{1!e^2} = 0.2707$$

кутилаётган ҳодиса 2 маротиба содир бўлиш эҳтимоли:

$$P_2(2) = \frac{2^2}{2!e^2} = \frac{4}{2 \cdot (2.7183)^2} = \frac{4}{14.778} = 0.2707 \text{ ва хоказо.}$$

Пуассон тақсимоти Биномиал тақсимотни хусусий ҳоли. У ҳам Биномиал тақсимот каби нормал тақсимотга интилади $a \approx np$ ни ошиши билан. Пуассон тақсимотини графиги кўйидаги кўринишга эга бўлиши мумкин.



Бу ерда: 1) $a = 0.1$; 2) $a = 0.5$; 3) $a = 1$; 4) $a = 5$

Имитацион моделлар

1. Математик моделлаштиришда имитацион ёндошиш
2. Ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш.

Амалий масалалар ўзининг маълум бир конкрет вақт интервалида қўлланиши билан назарий масалалардан фарқ қилади. Амалда бизни кизиктирган реал объектни чексиз вақт давомида қараш маънога эга эмас. Амалий масалаларни ёзишда асосан олдинги маърузаларимизда қараб чиқилган конструктив математик усуллардан фойдаланилади. Ана шундай усуллардан бири имитацион моделлаштиришдир. Имитацион модел нима, у нимани урганади, аналитик моделлаштиришдан фарқи, қулайлиги ва ҳозирги замондаги урни - ана шундай саволларга жавоблар ушбу бобда қараб чиқилади.

Имитацион модел бу урганилаётган объектимизнинг маълум бирор вақт интервали оралигидаги динамик ўзгаришларини акслантирувчи алгоритмининг компьютер учун мулжалланган программасидир.

Бизга маълумки, имитация лотин сузи булиб "тахлид қилиш", "ухшаш" деган сузлар маъносида ишлатилади. Моделлаштириш нуқтаи назаридан имитацион модел реал объектнинг компьютердаги "айнан" образи ёки "нусхаси". Бу "нусха" реал объектни асосий ва асосий булмаган хусусиятларини узига акслантириш мумкин. Аналитик моделлаштириш ҳақида буни айта олмаймиз. Чунки аналитик модел реал объектни фақат ва фақат энг асосий хусусиятларини узига акслантира олади ва реал объектни иложи борича керакли даражада соддалаштирилган образидир. Имитацион модел буни тесқариси, яъни то иложи борича реал объектга керакли даражада яқинлашган образидир. Имитацион моделлаштириш усули реал объект ҳақидаги ҳар қандай маълумотдан фойдаланишга имкон беради. Аналитик математик моделлаштириш усули ҳақида буни айтиш қийин.

Албатта, юқоридагилардан келиб чиқмайдиким имитацион моделлаштириш - аналитик моделлаштиришга нисбатан мукамал ва эффектлик. Бу икки математик моделлаштириш усуларининг бир-биридан тамоман фарқ қилиши, уларни ҳар бирини ўзига хос масалаларига эга эканлигидан далолат беради. Бундан келиб чиқадики, ҳар бир математик моделлаштириш методи атроф муҳитни урганишдаги ўз урнига эга ва ҳеч қачон бир-бирини урнини босмайди, фақат бир-бирини тулдиради холос.

Имитацион моделлаштириш ЭХМ ва компьютерлар билан ҳамбарчас боғлиқдир, яъни ЭХМ ва компьютерсиз имитацион моделлаштириш маънога эга эмас. Ҳозирги замонда компьютерсиз тараккиётимизни тасаввур қилишимиз мумкин эмас. Ана шуни ўзи имитацион моделлаштиришни ҳозирги замон тараккиёт даражасидаги тулган урнини яқол акслантиради.

Математик моделлаштиришда имитацион ёндошиш.

Амалда куп масалалар мавжудки, маълум бир конкрет вақт интервалида каралади (прогнозлаштириш). Мисол учун шундай актуал амалий масалалардан бири об-хавони олдиндан айта олиш, атроф мухитни ифлосланиш даражасини олдиндан кура билиш, комплекс ишлаб чиқариш объектларни қурилишидан олдин атроф мухитга таъсирини урганиш, космик аппаратларни троекториясини кузатишдек масалалар киради. Бундай типдаги масалалар купинча жуда куп узгарувчилар, параметрлар, уларнинг узаро қизикли ва қизиксиз боғлиқлари ва натижанинг хилма хил (сонли катталиклар, графикавий, таблицали ва узгарувчилар) қуринишга эга булиши билан характерланади. Бундай типдаги масалалар учун у ёки бу типдаги аналитик бир бутун математик моделни қуриш умуман мумкин эмас. Қурилганда ҳам ҳозирги пайтда бундай моделларни анализ қилиш умуман мумкин булмасдан қолади. Бундай типдаги масалалар асосан ҳисоблаш машиналари (компьютерлар) учун мулжалланган булади. Бунда урганаётган масала то иложи борича элементар автаном ходисаларга булиниб, ҳар бир элементар ходисага алоҳида математик модел ёзилади ва элементар моделларни маълум бир кетма кетлигини таъминловчи структура ёзилади, яъни блок схема. Бундан сунг бундай блок схема ёки структуравий схемага бирор бир алго-ритмик тилда компьютерга мулжалланган программа ёзилади. Бизнинг ёзган программамиз урганилаётган масалани динамикасини компьютерда акс-лантира олиши лозим, яъни бизни қизиктирган параметрларини узгаришини олдиндан кура билиш мумкин булсин. Ана шундай ёзилган программа ўрганилаётган масалани имитацион модели бўла олади. Имитацион моделни бошқа типдаги моделлардан, амалий нуктаи назардан, имкониятлари анча кенг, бу ҳақда биз олдинги маърузаларимизда маълумот бериб ўтгандик. Математик моделлаштиришда имитацион ёндашишга доир мисол қараб чиқамиз: экологик факторларнинг узаро таъсирини имитацион модели. Маълумки, экологик фактор тирик организмни ҳеч булма-ганда маълум бир ривожланиш стадиясига бевосита ёки билвосита таъсир қила олиш хусусиятига эга булган мухитни ҳар қандай шароитидир. Уз навбатида организм ҳам ташқи мухитни таъсирига акс таъсир курсатади.

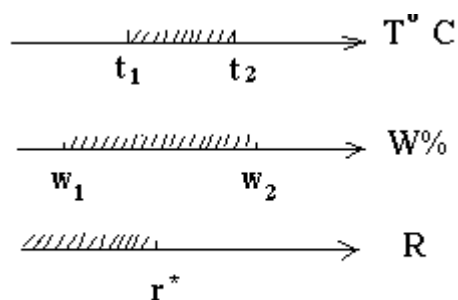
Экологик факторларнинг қуйидагича классификациялаш мумкин:

- 1) Абиотик факторлар (физик олам факторлари - температура, намгарлик, радиация, ёруғлик, ...).
- 2) Биотик факторлар (тирик олам факторлари - популяция зичлиги, био-масса, организмлар сони, яшавчанлик, озика, текинхурлик, йирткичлик, ...).
- 3) Антропоген факторлар (инсон ҳаёт фаолияти натижаси ҳисобланган факторлар - ишлаб чиқариш, кишлок ҳужалик объектларининг,

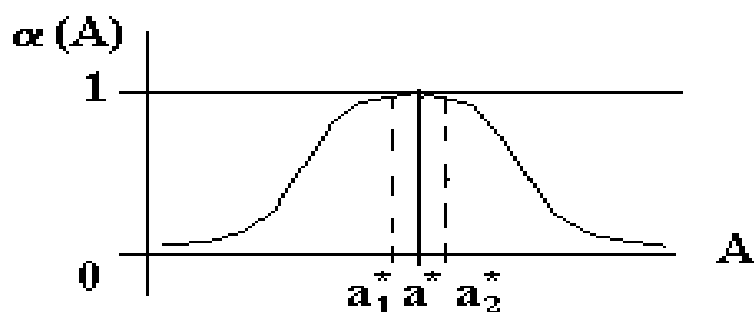
наклиётни хар кандай ташландиклари, харбий харакат таъсирида ёки авариялардаги ташландиклар, ...).

Юкоридаги класификацияни назарга тутган холда экологик факторларга нисбатан куйидаги ишчи гипотезаларни юритамиз:

1) Хар кандай биологик объект уни характерлай оладиган хар бир экологик факторга нисбатан тегишли оптимал яшовчанлик интервалига эга (1 - расм);



1 - расм



2 - расм

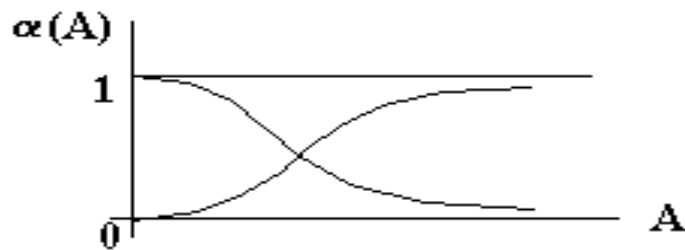
2) Яшовчанлик коэффициенти $\alpha(A): R \rightarrow [0,1]$ акслантирувчи монотон функциядир;

3) Популяция зичлигига боглик булмаган факторлар узининг оптимал киймати ёки оптимал интервали билан характерланади, бунда популяция индивидларининг яшавчанлиги максимал даражада булади (2 – расм). Бундай типдаги микдорий богликликларни экспоненциал функциялар билан акслантириш мумкин:

$$\alpha(A) = \begin{cases} \exp(\gamma(a(t) - a_1^*)), & \text{агар } a(t) < a_1^* \\ 1, & \text{агар } a_1^* \leq a(t) \leq a_2^* \\ \exp(\gamma(a_2^* - a(t))), & \text{агар } a(t) > a_2^* \end{cases}$$

буерда A зичликдан боглик булмаган фактор, $a_1^* a_2^* \in A$ оптимал интервални чегаравий кийматлари, $a(t)$ - A факторнинг t моментдаги киймати, экспонен- танинг эгрилигини характерловчи параметр. Агар фактор факат оптимал киймат билан характерланса унда $a_1^* = a_2^* = a^*$

4) Факторлар борки, таъсири популяция зичлигидан боглик равишда пропорционал ёки тескари пропорционал узгаради (3 - расм). Бундай типдаги микдорий богликликларни куйидагича ёзсак булади:



3 - расм

$$\begin{aligned} \alpha(x(t)) &= \exp(-\theta(x(t-1)/x(t))), \\ \alpha(x(t), y(t)) &= \exp(-\eta(y)/x(t)), \\ \alpha(x(t)) &= 1 - \exp(-\theta(x(t-1)/x(t))), \\ \alpha(x(t), y(t)) &= 1 - \exp(-\eta(y(t)/x(t))). \end{aligned}$$

буерда $x(t-1)$ ва $x(t)$ - улжа популяциясининг $t-1$ ва t вақтнинг тегишли мо- ментларидаги зичлиги. θ ва η параметрлар, $y(t)$ - t моментдаги йирткич популяциясининг зичлиги.

5) Вақтнинг хар кандай momentiдаги популяция индивидларининг яшов- чанлиги атроф мухит факторларининг комплекс таъсири оркали аникланади:

$$\begin{aligned}\alpha(\vec{A}(t)) &= \alpha(A_1(t), A_2(t), \dots, A_n(t)), \\ \alpha(A_n(t)) &: \forall n \quad 0 < \alpha(A_n(t)) \leq 1, \\ x(t+1) &= \alpha(\vec{A}(t))x(t),\end{aligned}$$

буерда $(A_1(t), A_2(t), \dots, A_n(t))$ - популяция зичлигидан боглик ва боглик булмаган факторларнинг туплами; $\alpha(\vec{A}(t))$ - атроф мухит факторларини комплекс таъ- сирини хисобга олувчи яшовчанлик коэффициентлари.

Антропоген факторлар инсон хаёт фаолиятининг махсули булганлиги сабабли бошқарилиши мумкин булган факторлар хисобланилади. Шунинг учун биз асосан абиотик ва биотик факторларнинг узаро таъсирини урганамиз. Бизнинг утказган тадқиқотларимиз [7] шуни курсатди:

$$\begin{aligned}\alpha(A(t)) \rightarrow \min : x(t) \rightarrow \min, \quad a \quad \alpha(X(t)) \rightarrow \max, \\ \alpha(A(t)) \rightarrow \alpha_{yp}(A(t)) : x(t) \rightarrow x_{yp}(t) \quad \text{ва} \quad \alpha(X(t)) \rightarrow \alpha_{yp}(X(t)), \quad (1) \\ \alpha(A(t)) \rightarrow \max : x(t) \rightarrow \max, \quad a \quad \alpha(X(t)) \rightarrow \min,\end{aligned}$$

буерда $\alpha(A(t))$, $\alpha(X(t))$ абиотик ва биотик факторлар буйича тегишли яшовчанлик коэффициентлари, $X(t)$ - вақтнинг t momentiдаги популяция зичлиги, $\alpha_{yp}(A(t))$, $x_{yp}(t)$, $\alpha_{yp}(X(t))$ тегишли яшовчанлик коэффициентларининг кийматлари.

(1) муносибатлар системасидан келиб чиқадики, биринчидан популяция сонини динамикаси популяция зичлигидан боглик факторлар билан аникланади, қачонки $\alpha(A(t)) \rightarrow \max$ ва популяция зичлиги узининг мумкин булган юкори чегарасидаги даражасига етган пайтда, колган хамма холларда асосий ролни зичликдан боглик булмаган факторлар хал килувчи рол уйнайди; иккинчидан, бир томонлама богликлик: $\alpha(A(t)) \Rightarrow \alpha(X(t))$ дан аник куришиб турибди, яъни $\alpha(X(t))$ ни динамикаси $\alpha(A(t))$ функциянинг табиати билан аникланиши.

Шундай килиб, популяция сонини динамикасида асосий ролни шундай типдаги факторлар уйнайдики, қайси фактор буйича хисобланган яшовчанлик коэффициентлари \min кийматга эга булса, яъни факторларнинг таъсири Либих-ни "Минимум конуни"га биноан юз беради.

Экологик факторларнинг узаро таъсири урганилаётганда, Хатчинсоннинг "Фундаментал экологик ниша" тушунчаси мухим рол уйнайди [7].

Хатчинсоннинг таърифига кура экологик ниша - атроф мухит узгарувчиларнинг: физик, химик ва биологик факторларининг хамма диапазонларида каралаётган турнинг шу факторларга нисбатан мосланиши ва шулар таъсири остида яшаши ва узок вақт давомида авлод алмашилиб

туришига айтилади. Умуман олганда, хар бир атроф мухит узгарувчисининг маълум бир градиент ва хар бир турни маълум бир градиент буйича узининг фаоллиги ёки муво-занатли диапозони мавжуд деб хисоблашимиз мумкин.

Хатчинсоннинг фундаментал экологик ниша таърифи асосида куйидаги гипотезани юритишимиз мумкин: атроф мухитни n та узгарувчиларини (факторларини) биргаликда караш n - улчовли фазонинг караш билан тенг кучлидир. Бунда экологик нишани n - улчовли факторлар фазосидаги маълум бир гиперобласт (соха) деб караш мумкин. Индивид ёки турнинг мавжудлик шароитини аниклаш - n -улчовли факторлар фазосидаги маълум бир областни (сохани) аниклаш демакдир, n -улчовли факторлар фазосидаги маълум бир областни (сохани) аниклаш - n -улчоали фазода атроф мухит факторларини узаро таъсирини аниклаш демакдир. Бунда факторлар узаро боглик эмас деб тушунилади.

Фараз киламизки, бизга атроф мухит факторларини маълум бир туплами берилган $A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)$ ва шу факторлар буйича тегишли яшовчанлик коэффициентлари хам берилган деб: $\alpha_1(A^1(t)), \alpha_2(A^2(t)), \dots, \alpha_n(A^n(t))$ - монотон эгри чизикли функциялар, ки хар бири куйидаги тенгсизликни $0 < \alpha_i(A^i(t)) \leq 1, i = \overline{1, n}$ каноатлантирилсин.

Факторларнинг бир биридан богликлик эмаслигини назарга тутган холда уларни n - улчовли фазодаги узаро таъсирини куйидаги цилиндрларни узаро кесиши сифатида тушиниш мумкин.

$$H_1 = \{\alpha_1(A^1(t)) \mid A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)\}$$

$$H_2 = \{\alpha_2(A^2(t)) \mid A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)\}$$

.....

$$H_n = \{\alpha_n(A^n(t)) \mid A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)\}$$

буерда, $A^i(t) \in R, i = \overline{1, n}$ бошка сузлар билан айтганда, атроф мухит факторларини биргаликдаги узаро таъсири яшовчанликни бази бир гиперхажмни аниклайди, яъни $H = \bigcap_n H_r$. Бу эса уз навбатида вақтнинг t моментидаги минимал яшовчанлик гиперхажми хисобланади. Бундай гиперхажм сиртини (Н) хар бир нуктаси куйидагича аникланади:

$$\alpha(A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)) = \min \{\alpha_1(A^1(t)), \alpha_2(A^2(t)), \dots, \alpha_n(A^n(t))\} \quad (2)$$

буерда $A^i(t) \in R$. (2) формула популяция индивидларини яшовчанлигига атроф мухит факторларининг комплекс таъсирини аниқлайди.

Экологик факторларнинг узаро таъсири табиатини ҳисобга олган ҳолда, яъни аддитивлик, синергизм ва антогонизмни, ҳал қилувчи яшовчанлик коэффициентлари ҳар учала ҳолда қуйидаги тенгсизликни қониктириши керак:

$$\alpha(A_{\text{син}}(t), n) < \alpha(A_{\text{ад}}(t)) < \alpha(A_{\text{ан}}(t), n),$$

буерда n - қаралаётган уюшмадаги факторларни сони.

Юқоридагиларни назарга тутган ҳолда яшовчанлик коэффициентини ҳар учала ҳол учун (аддитивлик, синергизм ва антогонизм эффектлари учун) аниқ қурилишини қуйидагича ёзиш мумкин:

- 1) аддитивлик учун $\alpha_i(A^i(t)) = \exp(-\beta\Delta a_i(t))$,
- 2) синергизм учун $\alpha_i(A^i(t)) = \exp(-\beta\Delta a_i(t)n)$,
- 3) антогонизм учун $\alpha_i(A^i(t)) = \exp(-\beta\Delta a_i(t)/n)$.

Юқорида баён қилинган экологик факторларнинг узаро таъсирини математик тадқиқотига асосан "Бейсик" алгоритмик тилда программа ёзилган. Бу программа экологик факторларни узаро таъсирини урганишни имитацион модели ҳисобланилади. Бундай имитацион модел қуйидаги амалий масалаларни ечишда қулланилади: ишлаб чиқариш районларидаги атмосферанинг ифлосланиш даражасини ҳисоблашда; регионни экологик районлаштиришда; ишлаб чиқариш объектларини оптимал жойлаштириш проектларида; турни ареал бўйича тарқалишни ҳисоб қилишда; харкандой табиий ва сунъий оғатлар учун экологик сезгирликни баҳолаш ва хоказоларни ҳал қилишда. Юқорида баён қилинган мисолларнинг натижалари таклиф қилинган экологик факторларнинг ўзаро таъсирини акслантирувчи математик тадқиқотларимизни тўғри эканликларини тасдиқлайди.

Ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш. Аналитик моделларнинг текшириш ва уларни урганиш усуллари билан биз 3 бобни 5 параграфида ва 4 бобда батафсил танишиб чиқдик. Имитацион моделларни текшириш усуллари аналитик моделларни текшириш усулларида фарқли уларок. Имитацион моделларни текшириш ва урганиш усули ҳисоблаш экспериментига асосланган.

Ҳисоблаш эксперименти қуйидаги этаплардан иборат: 1) Моделни ҳақиқий объект билан мувофиқлаштириш; 2) Модел параметрларини аниқлаш ва баҳолаш; 3) Прогнозлаштириш масалаларни бажариш; 4) Ҳисоблаш натижаларини таҳлил қилиш ва қайта ишлаш ва 5) Реал объектни урганиш мақсадида имитацион моделда ҳар хил илмий тадқиқотларни ўтказиш.

Юкоридаги баён килинган масалаларга алохида тухтаб утаимиз.

1) Моделни хакикий объект билан мувофиқлаштириш. Бу этапда асосан бизни курган имитацион моделимиз урганилаётган объектимиз аник акслантирадими ё йукми деган саволга жавоб ахтарилади. Мувофиқлик деганда микдор жихатдан эмас балки сифат жихатдан имитацион модел натижаларининг хакикий объектда кузатиш натижалари билан ухшашлиги, бир хил йуналишлиги ва хоказолар тушунилади.

Бунда утказилган математик тадқиқотлар асосида бирор-бир кулай алгоритмик тилда компьютер учун программа ёзилади. Ёзилган программа ва тегишли берилганлар асосида компьютерда бизни кизиктирган хисоблашлар бажарилади. Олинган натижа хакикий объектда кузатилган берилганлар билан солиштирилади. Киёси анализ натижаси асосида: Агар мувофиқлик урнатилмаган булса кайтиб программага ёки математик ёзувларга базибир узгартиришлар киритиб кайтиб хисобга берилади ва яна киёси анализ утказилади. Бу процесс бир неча марта утказилади, то ки урганилаётган объект ва имитацион модел орасида мувофиқлик урнатгунча.

Киёси анализ натижасида имитацион модел ва унинг хакикий объекти орасида мувофиқлик урнатилган булса имитацион экспериментни иккинчи этапига утилади.

2) Модел параметрларини бахолаш. Бу этапда асосан имитацион модел натижаларини на факат сифат жихатдан балки микдор жихатдан ҳам хакикий объектни кузатиш натижалари билан якинлаштириш масаласи хал килинади.

Бунда имитацион моделга объектни динамикасини характерлайдиган баъзи-бир параметр ёки каталиклар хисобга олинганки уларни хакикий объектни кузатилаётганда табиий экспериментларда аниклаб булмайдди. Бундай параметрларни аниклаш бажаралаётган илмий ишнинг энг асосий ва магзи хисобланади. Моделлаштиришнинг максади табиий экспериментларда аникланиши мумкин булмаган ана шундай параметрларни аниклашдан иборатдир. Бу параметрлар куйидагича бахоланади: аввал бундай параметрларга мантикан мумкин булган бирор-бир киймат берилади. Хисоблаш эксперименти компьютерда бажарилади. Натижа хакикий объектни кузатишлари билан солиштирилади, ва шу киёси анализ натижаси асосида урганилаётган параметрга кейинги киймат берилиб курилади ва яна хисоблаш эксперименти утказилади. То маълум бир керакли якинликга эришилгунча бу процесс давом этилади. Керакли якинликга эришилган хисоблаш экспериментидаги параметрни киймати урганилаётган параметр-нинг хакикий кийматига якин киймат деб кабул киламиз ва шу параметр-нинг узгариш интервалини аниклаймиз. Кейинги кадам аникланган параметр-нинг урганилаётган объектимизга нисбатан характерлашимиз, яъни физик маъносини тушунтира олишимиз керак.

Агар урганилаётган моделда параметрлар ёки катталиклар куп булса, унда тамоман параметрларни бахолаш масаласи кийинлашади. Чунки то хозиргача математик моделлаштириш назариясида моделдаги бир неча

параметрларни биргаликда баҳолаш проблемаси ечилмаган, очик турибди. Амалдаги бундай ҳолларда моделни алоҳида блокларга бўлиб ҳар бир блокдаги параметр алоҳида баҳоланади. Бу йул жуда қўл ҳолларда параметрларни қўпол баҳолашга олиб келади. Баъзи-бир ҳолларда элементар зарчалар физикаси соҳасида параметрларни биргаликда баҳолаш ишлари утказилган, бунда бир параметр баҳолаганда қолганлари утгармасдан сакланади ва бу процесс жуда қўл қайтарилади то керакли натижа олгунча.

Биринчи ва икинчи этапда бажарилган ишлар имитацион моделлаштиришда идентификациялаш деб аталади.

3) Прогнозлаштириш масалаларини бажариш. Имитацион моделлаштиришнинг бу этапида биз идентификациялаштрилган моделимизни идентификация жараёнида ишлатилмаган объект берилганлари бўйича ҳисоблаш экспериментини утказамизки, бу процесс верификация дейилади. Бу жараён моделлаштиришда реал объектни баъзи-бир ҳисобга олинмаган (табиий экспериментда очикдан очик қўл ташланмаган) табиатини урганишдан иборатдир. Бундай ҳисоблаш экспериментлари объектни бир неча ҳил гуруҳ берилганлари учун утказилади. Ана шу жараёнда модел билан реал объект динамикаси орасида керакли даражадаги яқинликга эришилса, унда бизни қўрган моделимиз реал объект динамикасини акслантира олади дейишимиз мумкин, агар керакли даражадаги яқинлик урнатилмаса демак моделимизни қайта қўриб чиқишга тугри келади. Бунда яъна қайтадан ҳамма юқоридаги жараёнлар қайтарилади.

4) Ҳисоблаш натижаларини қайта ишлаш, анализ қилиш ва ҳулоса чиқариш. Бу этапда верификация утказилган имитацион моделни амалда қўллаш андозалари ишлаб чиқилади, яъни имитацион модел натижаларини қўлай қўринишини танлаш, имитацион модел натижаларидан қандай янги ҳулосалар олиш мумкин (эксперт масаларини ечиш бўлган ҳисоблаш экспериментларни ишлаб чиқиш), имитацион модел натижаларидан қўлай графикавий диаграмалар ва таблицалар қўринишидаги информацияларни олиш йулларини ахтариш, прогнозлаштиришни ҳисоблаш экспериментларини андозасини ишлаб чиқариш ва ҳоказолар қиради.

5) Реал объектни урганиш мақсадида имитацион моделда ҳар қил илмий тадқиқотларни утказиш.

Жуда қўл ҳолларда реал объект устида табиий экспериментларни утказиш мумкин эмас ёки тамоман иложи йук. Масалан, янги химик препаратларни табиий ҳолда усимикларга еки ҳашаротларга таъсирини урганиш (экосистемасини ифлосланиши, бир томонлама жараёнларни қўй бериш мумкинлиги, қўмулиятивлик ҳоссага эга бўлиш мумкинлиги ва ҳоказолар), ер иқлимни глобал масшабда урганиш, биосферани урганишда, давлат иқтисодиетини урганишда, қўёшдаги термодинамик реакцияларни урганишда, ядро физика объектларни (глюонларни, кварклар) ва ҳоказоларни урганиш жараёнларида. Ана шундай ҳолатларда имитацион моделда ҳар қил мантқан мумкин бўлган ҳисоблаш экспериментларни утказиш жуда

кул келади ва бирдан бир тадқиқотда утказиш методи бўлиб хизмат килади. Бундай ҳисоблаш экспериментларига мисол плазма жараёнини урганишдаги Т - каватни аниқланиши, синергетик (уз-узидан шаклланиш назарияси) соҳасидаги ҳисоблаш экспериментлари ва хоказолар мисол бўлиб олади.

Минимал яшовчанлик фазоси. Ушбу бобнинг экологик омилларни ўзаро таъсир табиатини яшовчанлик гиперфазосини баён қилишдан ва яшовчанлик коэффициенти функциясининг янгича таърифини - экологик омилларни комплекс таъсирдан фойдаланган ҳолда тушунтиришга ҳаракат қиламиз.

Бундай ёндашиш бизни қизиқтирадиган жойни характерловчи экологик омилларнинг комплекс таъсири бўйича натижавий яшовчанлик коэффицентини ҳисоблашга имконият яратади, қўйидаги кўринишда:

$$\alpha(A(t)) = \min\{\alpha_1(A_1(t), n), \alpha_2(A_2(t), n), \dots, \alpha_n(A_n(t), n)\}.$$

Бу ифодадада фазонинг ҳар бир нуқтасини характерловчи бир гуруҳ экологик омилларга ягона натижавий яшовчанлик коэффицентини мослик қўйилиши. Шундай қилиб фазони ҳар бир нуқтасини тегишли натижавий яшовчанлик коэффицентини орқали характерлаш мумкин. Бундай ёндашиш кўпинча амалий экологик масалаларни ечишда катта имконият яратади.

Вақтни ҳар қандай маълум моментларида бизни қизиқтирган яшаш жойини тегишли координаталаридаги атроф муҳит омилларининг қийматларини билган ҳолда биз мумкин бўлган минимал яшовчанлик фазосини аниқлашимиз мумкин. Бундай фазони шартли равишда минимал яшовчанлик фазоси деб айтаемиз. Минимал яшовчанлик фазоси ҳамма вақт экологик омиллар тўпламидаги чекловчи омили орқали аниқланади.

Бу мақсадда аваломбор берилган тўпламни ҳар бир экологик омиллари бўйича яшовчанлик коэффицентини ҳисобланади, тўпламдаги экологик омилларни сонини эффеқтинини ҳисобга олган ҳолда, қўйидагича:

- 1) аддитивлик шартида $\alpha_i(A_i(t), n) = \exp(-\beta\Delta a_i(t))$,
- 2) синергизм шартида $\alpha_i(A_i(t), n) = \exp(-\beta\Delta a_i(t) \cdot n)$,
- 3) антогонизм шартида $\alpha_i(A_i(t), n) = \exp(-\beta\Delta a_i(t) / n)$,

бунда $i = \overline{1, n}$; Δa_i - оптимал қийматдан четланиш миқдори; омилларнинг ҳар қандай комбинацияси учун $0 < \alpha_i(A_i(t)) \leq 1$ бажарилши шарт.

Яшаш жойини координаталари бўйича берилган комплекс экологик омиллар бўйича натижавий яшовчанлик коэффицентини қўйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$\alpha(A_{x,y}(t), n) = \min\{\alpha_1(A_{x,y}^1(t), n), \alpha_2(A_{x,y}^2(t), n), \dots, \alpha_n(A_{x,y}^n(t), n)\},$$

бунда x, y - яшаш жойи нуқтасининг координаталари, $(A_{x,y}(t), n) = \{A_{x,y}^1(t), \dots, A_{x,y}^n(t), n\}$.

Юқорида келтирилган экологик омилларнинг ўзаро таъсирини уч хил (аддитивлик, синергизм ва антогонистик) ҳолатидаги натижавий яшовчанлик коэффицентини қўйидаги тенгсизликни қаноатлантириши лозим:

$$\alpha(A_{an}(t), n) < \alpha(A_{ad}(t)) < \alpha(A_{cn}(t), n).$$

Минимал яшовчанлик фазосини ҳисоблаш мақсадида махсус компьютер дастур CMSS (Computation minimal space of survival) яратилган (Гуламов, 1995). CMSS дастури олдинги бобларда келтирилган алгоритмлар асосида қурилган, CMSS дастури BASIC ва Maple 7 алгоритмик тиларида мавжуд.

Бизни қизиқтирган яшаш жойини атроф муҳит омиллари ва биологик объект бўйича ҳамма тегишли берилганлар CMSS дастурига критилади, натижада биз тегишли биологик объект бўйича минимал яшовчанлик фазосини график ва жадвалли кўринишини олишимиз мумкин. Бундай ёндашиш бизни қизиқтирган ҳар қандай яшаш жойи ва биологик объект учун атроф муҳит омилларининг типини ва сонига боғлиқ бўлмаган ҳолда яшовчанлик фазосини тез ва аниқ ҳисоблай оламиз. Агар биз маълум бир яшаш жойи учун вақтни ҳар хил моментларидаги атроф муҳит омилларини ўлчаб маълум биологик объект бўйича берилганларни дастурга киритсак, натижада бизни қизиқтирган объектнинг яшовчанлик фазосини динамикасини кузатишимиз мумкин.

Ана шундай тарзда мавжуд шароит учун ҳисобланган яшовчанлик фазоси популяция индивидлари сони аниқланади ва популяция индивидлари максимал сиғдирувчи яшаш жойи бўлиб хизмат қилади.

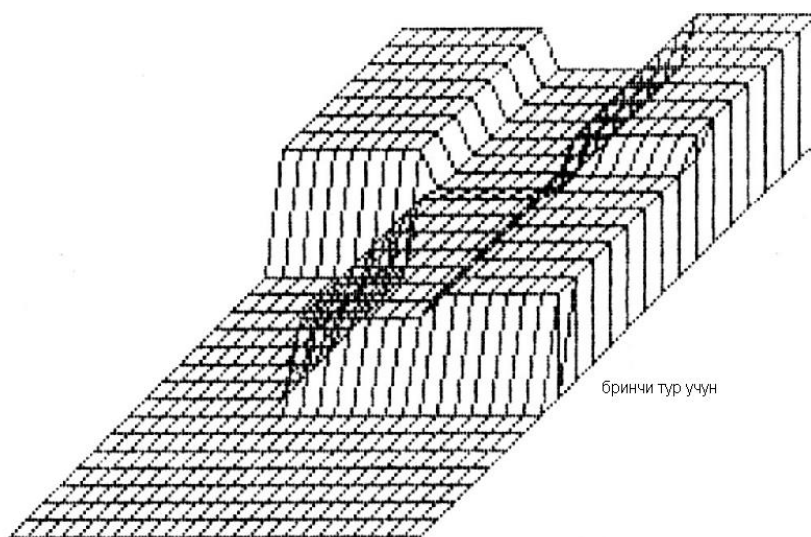
Гипотетик характерга эга бўлган мисолни қараб чиқамиз. 60x60 кв. км яшаш жойи берилган бўлсин. Берилган жойни 20x20 кв. км ўлчамдаги квадратларга бўлиб чиқамиз, ҳар бир квадрат ҳудудида атроф муҳит омиллари бир хил деб шартлашамиз. Шундай қилиб, 9 та квадрат ҳосил қиламиз. Бу дегани яшаш жойини 9 та квадрат бўйича алоҳидаликда атроф муҳит омиллари бўйича берилганларни йиғиш керак. Фараз қиламизки ҳар бир квадрат 7 ҳар хил атроф муҳит омиллари билан характерлансин: $(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7)$, бунда $A_i \in R$, $i = \overline{1,7}$, яъни ҳар бир квадрат муҳити 7 омил билан аниқланади. Ҳар бир квадрат учун атроф муҳит омилларини берилганлари 1 жадвалдагидай берилган бўлсин. Масала кўйидагича кўйилади: 60x60 кв. км даги жойда уч хил тур интродукция қилинади. Ҳар бир турга тегишли атроф муҳит омилларига нисбатан оптимал қийматлар 2 жадвалдагидай берилган бўлсин. Қайси тур учун бизни қизиқтирган жой (60x60 кв. км) яшаш учун қулай ва турларни алоҳидаликда яшаш жойи бўйлаб хизмат қилади. Жадвалдаги берилганларни CMSS дастурига киритиб кўйидаги натижаларни оламиз, натижалар уч ўлчамли фазовий график кўринишда келтирилган (1-расм).

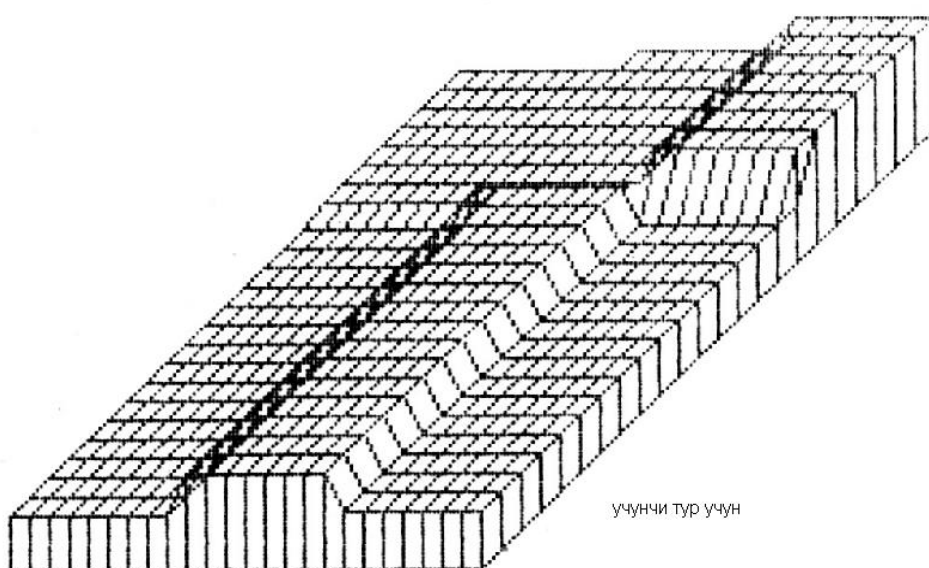
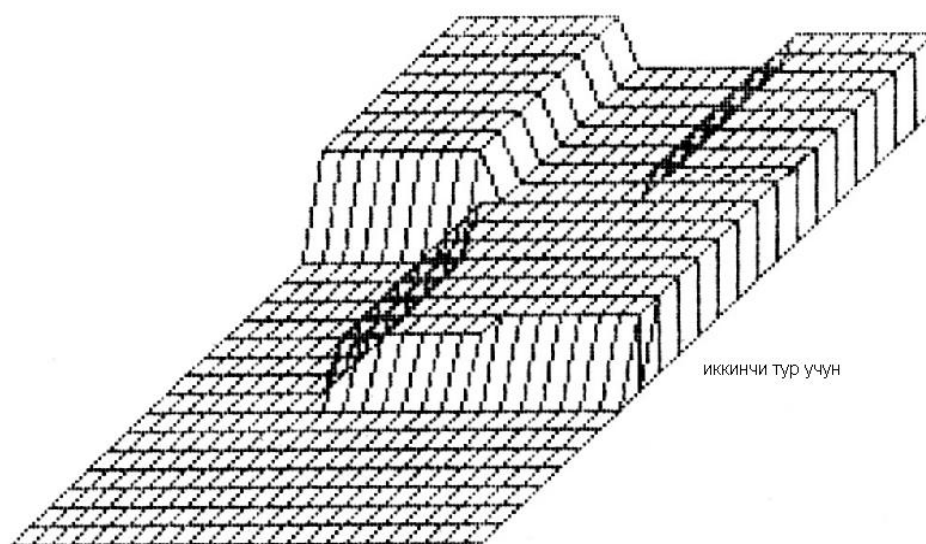
1-жадвал

A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
5	12	15	18	17	14	16
10	12	13	16	21	23	18
19	13	14	21	23	25	27
30	21	16	17	13	17	18
23	20	16	21	25	26	28
21	16	25	12	18	16	14
16	17	13	18	21	23	27
1	17	13	18	21	23	27
21	12	15	16	18	19	16

2-жадвал

Оптимал параметрлар	1 – тур	2 – тур	3 – тур
A_1	5	0	8
A_2	15	10	16
A_3	10	20	27
A_4	25	15	25
A_5	12	12	18
A_6	23	23	13
A_7	21	21	11





4-расм. Минимал яшавчанлик фазоси

Олинган натижалардан кўриниб турибдики, яшаш жойи учинчи тур учун бошқа турларга нисбатан энг қулай экан.

Бундан ташқари юқорида баён қилинган ёндашиш экологик хариталарни чизишда энг қулай усуллиги кўриниб турибди. Экологик хариталарни маъноси тематик хариталарни тузиш, қаерда экосистемаларни ўзгаришини прогнозлаштириш ва баҳолашлар акслантирилган бўлиши мумкин.

4. Амалий машғулотлар

1-мавзу. Абстракция тушунчаси. Биология ва тиббиёт соҳасига доир абстракт жараёнларга доир мисоллар таҳлили. 2 соат.

2-мавзу. Жамият фикрини абстрактланишига доир мисоллар таҳлили. 2 соат.

Конкрет предметни унга мос бўлган реал ёки мавҳум объект орқали акслантиради. Цивилизациянинг кейинги тараққиёт босқичларида жамият учун умумий бўлган қонун-қоидалар ҳар хил расм ва белгилардан иборат матнларда баён қилиниши, қадимги Миср ёзувларининг пайдо бўлишига олиб келди. Буларнинг ҳаммаси жамият тараққиётининг аввалги босқичларидаги инсонни фикрлаш жараёнини абстрактланиш даражаси эди. Жамиятни сўнгги тараққиёт зиналарида олди-соттини вужудга келиши натурал сонларнинг пайдо бўлиши ва улар устида ҳар хил амалларни бажаришга олиб келди. Бу эса жамият фикрининг абстрактланиш даражасини яна бир карра юқори даражаси эдики, кейинги тараққиётни пойдевори ҳисобланарди. Юқорида баён қилинганларни ҳаммаси, жамият билимини пағонама-пағона абстрактланиш даражасини курсатади. Абстрактланиш жараёни реал объектни кулай реал ёки реал булмаган (мавҳум расм, чизма, ёзув, белги,...) объектга акслантиришдир. Демак абстрактланиш жараёни бу акслантириш экан. Абстрактланиш жараёни абстракт тушунчаларнинг ҳам пайдо бўлишига олиб келади. Абстракт тушунчаларга расм, ёзув, сонлар, нукта, тугри чизик ва ҳоказолар мисол була олади. Бундай абстракт тушунчалар инсон фикрининг махсули бўлиб, атроф муҳитни англаш, тушуниш, ундаги қонунларни урганиш ва бундай қонунларга мослашиб яшаш учун зарур эди. Бундай йул инсоннинг яшаш учун курашининг бирдан бир зарурий шарти эди. Бундай жараён инсон цивилизациясининг кейинги тараққиётида математика фанини пайдо бўлишига олиб келдики, бу фан абстракт объектлар ва тушунчалар терминида атроф муҳитни урганиш курали бўлиб хизмат килади.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

Абстракт тушунчаларга мисол:

1. Нукта, тўғри чизик, ҳар хил товушларни белгилашлари: А, Б, В, ...
2. Математик белгилар ва формулалар
3. Биологияда ва тиббиётда: ҳар хил белгилашлар, мисол учун ДНКни кодлари, нуклеин кислоталарни белгилашлари ва ҳоказолар, оқсилларни ёзилиши, тиббиётдаги белгилашлар.

3-мавзу. Тиббиёт ва биология соҳасига доир моделларни таҳлили. 2 соат.

Атроф муҳитни ўрганиш деганда унинг қонун қоидаларини тушуниш деган маъно келиб чиқади. Хўш тушуниш нима? Бу деган суз бирор ходиса, воқеа ёки объектни шу даражада тасаввур қила олишимиз керакки, кейинчалик уларни узимизга қулай булган объектга ёки мавхум объектга акслантира олесак. Ўрганилаётган реал объектни алмаштира оладиган ҳар қандай қулай объект (табиатидан қатъий назар) урганилаётган реал объектимизни модели ҳисобланади. Демак акслантириш - бу моделлаштириш экан. Қанчалик яқалроқ акслантирсак, шунчалик муқаммал модел яратган буламиз. Ҳақиқий бино узининг макети билан, ҳақиқий самолёт аэродинамик трубадаги самолёт билан, қон айланиш сис-темаси - плакатдаги қон айланиш схемаси билан ва ҳоказолар. Ҳамма ҳолларда ҳақиқий объектни уни алмаштира оладиган объектга утганда реал объектни асосий хоссалари сакланиши лозим. Фақат шу ҳолдагина ҳақиқий объектни модел ёрдамида ўрганиш мумкин.

Модел - бу шундай моддий ёки мавхум объект булиб, урганиш ва тадқиқот утказиш жараёнида ҳақиқий реал объектни алмаштира олади, (реал объектни асосий хоссаларни саклаган ҳолда).

Яхши муқаммал қурилган модел тадқиқот ўтказишга имконияти каттароқ реал объектга нисбатан. Агар ҳисобга олесак, баъзи бир соҳаларда реал объектларни табиий ҳолатда эксперимент утказиш йули орқали умуман урганиш мумкин эмас. Масалан: Биосферани ўрганишда; Ер қурраси экологиясини ўрганишда; Ер иқлимини ўрганишда; Давлат микёсидаги иқтисодиётни ўрганишда. Чунки бундай экспериментлар нафақат ўтказиш мумкин эмас, балки хавфлидир.

Бундан келиб чиқадикки, модел реал ва реал булмаган экспериментларни утказишга шароит яратадикки, реал объект ҳақида буни айтиш мумкин эмас. Мантикий таҳлил шуни курсатадикки атроф муҳитни урганишнинг энг қулай ва оптимал усули бу моделлаштириш усулидир. Инсон узининг ҳаёт фаолияти давомида жуда хилма-хил моделлаштириш йулларини ихтиро қилди. Шу хилма-хил йуллардан бири ва энг оптимали бу математик моделлаштиришдир. Фан ва техника тараккиётининг охириги натижалари, табиатни урганишда ва техникани ривожлантиришда математик моделлаштириш узининг бирдан-бир ҳақиқий асосий метод эканлигини курсатади. Масалан, назарий физика, химия, ҳозирги замон биологияси ва тиббиётни математик моделлаштиришсиз тасаввур қилиш мумкин эмас.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Модел деганда нимани тушунишимиз керак ва моделга доир ўз мисолларингизни келтиринг ва қисқача характерланг
2. Қандой экспериментларни умуман ўтказиш мумкин эмас? (ўз мисолларингизда)
3. Тиббиётга доир моделларга ўз мисолларингизни келтиринг.

4-мавзу. Моделлар классификациясининг таҳлили. 2 соат.

Ҳар бир фан хоҳ у табиий бўлсин, хоҳики гуманитар, маълум бир ўрга-ниш объектга эга. Объект хақида йигилган маълумот урганилаётган объект-нинг модели була олади. Фан оламида маълум бўлган маълумотларни ҳаммасини кўриниш ва маъно жиҳатдан уч қисмга ажратиш мумкин: физи-кавий, графикавий ва математикавий қисимларга. Бу ердан келиб чиқадики моделлар ҳам уч гуруҳга булинар экан: физикавий, графикавий ва математи-кавий моделларга.

Физикавий моделларга: лаборатория шароитида ўрганилаётган предметлар, макетлар. Мисол: Токомак курилмаси (термоядровий жараён-ларни урганишга мулжалланган курилма), химик ва биологик лаборато-риялардаги тажрибалар.

Графикавий моделлар: схемалар, расмлар, хар хил графикавий чиз-малар, илмий ва тарихий асарлар ва хоказолар.

Математик моделларга: Кеплер, Ньютон, Эйнштейн ва хоказо физи-кавий- математикавий конунлар.

Математик моделлаштириш буйича охирги бир неча ун йилликда шунчалик куп ишлар килинганки, бирор-бир илмий ва техникавий соха йукки, унда математик моделлаштириш кулланилмаган булса. Математик моделлаштириш сохасидаги бундай хол классификация масаласини юзага келтириши табиийдир. Аммо хозирги вақтда математик моделлар классификацияси буйича аник бир нуктаи назар ишлаб чиқилмаган.

Хар қандай классификациянинг максоди бир бирига ухшаш объектларни маълум бир аломатларга асосан гуруҳлашдир.

Математик моделлар, куруниши, масалани қуйилиши, урганилаётган объектни табиати жиҳатидан бир биридан фарк килади. Купинча математик моделлар кулланиши ва техникаси буйича классификация килинади. Мисол тарикасида Ляпунов ва Багриновскилар (1975) классификациясини караб чиқамиз:

Аник функционал богликли математик моделлар	-	Эхтимолли богликли математик моделлар
Дискрет вақтли математик	-	Узлуксиз вақтли математик

моделлар		моделлар
Вакт интервали чегараланган	-	Интервали чегараланмаган
математик моделлар		математик моделлар
Фазовий узгарувчисиз матема-	-	Фазовий узгарувчили математик
ти моделлар		моделлар
Изсиз математик моделлар	-	Изли математик моделлар
(Марков занжири назариясига		
асосланган математик моделлар)		
Бошқарувсиз математик модел	-	Бошқарувли математик модел

Бундай асосда классификациялаш амалда кам кулланилади. Математик моделларни классификацияси купинча мутахассиснинг интеллектуал эстетик даражасидан боғлиқдир.

Свирежев (1975) математик моделларни классификациясини куйидагича беради: Хамма математик моделлар икки гуруҳга булинади - аналитик ва имитацион моделларга.

Аналитик моделлар гуруҳига масалаларни назарий тадқиқотига бағишланган моделлар киради. Назарий тадқиқотлар деганда купинча уша урганилаётган объектнинг тургунлиги, тургунлик холлари, чегаравий даврларни мавжудлиги, бифуркацион холатларни диссипатив структуралари ва тебраниш даврини аниқлаш масалалари тушунилади. Бундай холларда биз урганилаётган ходисани концептуал схемасини содалаштиришимиз керак. Бунинг учун хақиқатга яқин фикрлардан, асимптотик усуллардан, содалаштирилган гипотезалардан фойдаланилади. Бундай масалаларни ечишда купинча дифференциал тенгламалар назариясининг сифат ва тургунлик усулларидан ёки классик математикани бошқа бирор қулай усуллардан фойдаланилади.

Имитацион моделлаштиришда масалани амалий нуқтаи назардан ечиш системасини уз ичига олади, конкрет реал шароитни, номаълум узгарувчиларни ёки етарли даражада маълум булмаган элементлар орасидаги боғлиқликни ҳисобга олган холда қурилади. Бундай холларда асосан компьютерда эксперимент утказиш методлари назарда тутилади. Бундай моделлаштириш методи аналитик методдан фарқли урганилаётган объект элементлари орасидаги хилма-хил боғлиқларни ҳисобга олиши мумкин.

Имитацион моделлаштириш усулидан ҳозирги пайтда жуда кенг куламда фойдаланилади. Бирор соҳа йукки, имитацион моделлаштириш ишлатилмаса. Ҳатто баъзи аналитик масалаларни ҳам ечишда қўлланиляпти.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини

баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Физикавий моделларга ўз мисолингизни келтиринг тегишли тавсифи билан.
2. Графикавий моделларга ўз мисолингизни келтиринг тегишли тавсифи билан.
3. Математик моделларга ўз мисолингизни келтиринг тегишли тавсифи билан.
4. Ляпунов ва Багриновскиларни классификацияси асосий мазмуний нимадан иборат?
5. Свирежев Ю.М. математик моделларни қандой классификациялади?
6. Аналитик ва имитацион моделларни фарқи нимадан иборат?

5-мавзу. Математик моделлаштиришни умумий алгоритмини таҳлили. 2 соат

Математик моделни қуришдан олдин биз билишимиз керак модел қайси талабларга жавоб беришини. Бу талаблар қўйидагилар математик моделлаштиришнинг аналитик методларидан - дифференциал тенгламалар:

- Конкрет объектни модели бошқа ўхшаш объектларга қўлланиши учун керакли даражада универсал бўлиши шарт;

- Модел шундай қурилиши лозимки, уни деярли узгартиришсиз узидан юкори даражали моделга модел ости сифатида киритиш мумкин булсин;

- Моделда шунчалик факторларни ҳисобга олиш керакки, канчалик масалани ечишда зарур;

- Модел ҳисобга олиниши зарур бўлган факторларга нисбатан сезгирлик даражаси паст бўлиши шарт (ҳисобга олиниши мумкин булган факторларни аниқ қийматини экспериментда аниқланишини мураккаблигини назарга олган холда);

- Модел блокли принципа қурилиши лозим, яъни узгарувчилар то иложи борича алохида блокда ҳисоблансин (автаном холда), токи моделни модификацияси (узгартириш) қулай булишлиги учун.

Биринчи қўйилган талабни маъноси, яъни реал объектнинг математик модели керакли даражада умумий булиши керакки уни биз жуда кам узгартириш туфали бошқа ухшаш объектларга қўллаб олсак. Мисол учун олсак иссиқлик утказувчанликни чизиксиз тенгламасини на фақат иссиқлик жараёнларини ёзиш учун балким диффузия, ер ости сувларининг ҳаракати, газнинг пук(пористик) қабатлардаги филтрациясидек жараёнларни ўрганишга ҳам фойдаланиш мумкин. Бунда фақат моделга кирувчи катта-

ликларни маъноси ва ўзгармас каталикларни қиммати ўзгариши мумкин. Бу ердан келиб чиқадики, бундай объектларнинг умумий ва асосий қонунлари бир хел абстракция қуринишга эга булиши мумкинлиги.

Иккинчи қўйилган талабда математик моделни компактлиги назарга тутилган. Моделни қураётганда ҳамма вақт назарда тутиш керакким модел керакли вақтда ўзидан юкори даражали моделнинг бир блоки сифатида ишлатилишини. Мисол дарахтни математик модели урмон экосистемаси моделининг бир блоки сифатида, ёки фотозитез жараёнининг математик модели дарахт математик моделини бир блоки сифатида ишлатиш мумкинлиги назарда тутилади.

Учинчи қўйилган талабни маъноси то иложи борича иккинчи учунчи даражали факторларни математик моделлаштиришда ҳисобга олмаслик, яъни моделни мураккаблаштирмаслик. Мисол, эпидемияни тарқалишининг математик моделига шамолнинг тезлигини ҳисобга олиш моделни анча мураккаблаштиради, аммо атроф мухитнинг ифлосланувчи коцергенларини тарқалишни акслантирувчи математик моделга шамол йўналишини ва тезлигини ҳисобга олмаслик умуман мумкин эмас. Яна бир мисол сув қувуридаги сувни окимини математик моделини қураётганда Ойнинг таъсирини ҳисобга олмасак ҳам булади, аммо денгиз ёки океандаги сув тошкинларини ҳисоблаётганда биз албатта Ойнинг тортишини ҳисобга олишимиз керак, чунки сув тошкинлари тугридан тугри Ойни тортишиш натижасидир.

Туртинчи қўйилган талабни маъноси шуки реал табиатдаги купгина факторларнинг улчашда анчагина хатоликларга йул қуйилиши мумкин. Купчилик холларда факторни аниқ кийматини улчаш умуман мумкин булмасдан қолади. Сабаби ё улчашни бирор бир аниқ мукамал методикаси йук ёки умуман иложи йук. Мисол, об-хавони прогнози то холигача тахминий, хашаротларни пахта майдонидаги сони, Ойни Ер атрофида айланиш траекториясининг аниқ қонунияти ва хоказолар. Бундан келиб чиқадики бизни математик моделимиз хар бир ҳисобга олинган факторларни кийматини аниқлашда жуда кичик қўйилган хатоликга сезгир булса, унда бизни моделимиз хеч қачон қоникарли натижа бермайди. Шу сабабли модел ҳисобга олинадиган факторларга нисбатан купол булиши шарт, яъни факторларнинг кийматига сезгир булмаслик.

Албатта, бундай талаб ҳамма вақт ҳам ўринли булмайди. Агар биз технологик жараёнларни математик модели хақида гапирмокчи булсак туртинчи талаб уринли эмас. Бундай талабот факат табиий жараёнларни ҳисобга олинаётганда уринлидир.

Бешинчи талаб математик моделнинг унча катта бўлмаган ўзгаришсиз тезда мослашишга қаратилган булиб, моделни универсаллигини характерлайди.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Матиматик моделга қўйиладиган талабларни маъносини тушунтиринг.
2. Нима учун математик моделлар универсал характерга эга бўлиши шарт?

6-мавзу. Математик моделлаштирини асосий босқичларини таҳлили. 2 соат.

Математик моделни куриш этаплари куйидагилардан иборатдир:

- Объектни ўрганиш;
- Объектни объект ости блокларга ажратиш, блоклардаги ўзгарувчиларни аниқлаш, блоклар ва улардаги ўзгарувчилар орасидаги боғлиқликларни ўрнатиш ва объектнинг концептуал моделини куриш;
- Концептуал моделни математика тилида формализациялаш, яъни объектнинг математик моделини ёзиш. Математик моделни назари тадқиқотини утказиш;
- Кулай компьютер тилида моделлаштириш алгоритминини ёзиш;
- Компьютерда объект динамикасини имитациялаш;
- Модел параметрларининг баҳолаш (идентификациялаш), имитация натижасини объектнинг табиий динамикаси билан тақослаш асосида;
- Моделни синаш (верификациялаш), яъни идентификациялашган моделни бошқа (идентификациялашга фойдаланилмаган) берилганларда синаш;
- Модел сезгирлигининг анализи, яъни имитация натижасини модел параметрлари кийматларидан (кенг маънода модел асосидаги гипотезаларнинг каноатлантирувчи микдорий боғлиқларнинг куринишидан) ва бошлангич берилганларни узгаришидан боғлиқлигини аниқлаш, ва
- Имитацион эксперимент андозасини ёзиш ва ҳар хил мантиқий сценарияларни кўриб чиқиш.

Биринчи этапда - объектга доир, унинг динамикасини, табиатини тушунтирувчи ҳар қандай тегишли маълумотларни йиғиш тушунилади.

Икинчи этапда - йиғилган маълумотларни системалаштириш, тегишли ишчи гипотезаларни ёзиш ва системалаштирилган маълумотларни схематик равишда акслантириш тушунилади. Системалаштирилган маълумотларни схематик акслантириш - концептуал моделлаштиришдир.

Учинчи этапда концептуал модел асосида математик моделни ёзиш. Бунда албатта уша концептуал модел ва урганилаётган объектга нисбатан юргизилган ишчи гипотезаларни асосида узгарувчилар орасидаги боғлиқликларни, муносабатларни, уларни узгариш конунларининг, блоклар орасидаги боғланишларни математик ифодалар, функциялар ва тенгламалар орқали ёзилиши. Буларнинг ҳаммаси биргаликда математик моделни ташкил қилади. Математик модел ёзилгандан сунг уни маълум бир математик методларга асосан тадқиқот утказилади. Бунда математик модел ечимлари аниқланади, уларни узгариш сохалари аниқланади, моделни асимптотик ечимларини анализи куриб чиқилади, модел тургунлиги текширилади ва хоказолар.

Тўртинчи этапда математик модел ечимлари асосида компьютердаги кулай бирон бир алгоритмик тилда программа ёзилади, математик модел ёрдамида имитацион экспериментларни утказиш учун.

Бешинчи этапда моделни объект динамикасига мувофиқлаштириш ниятида объект динамикаси буйича имитацион экспериментлар ўтказиш тушунилади.

Олтинчи этапда имитацион эксперимент натижасини объектни табиий динамикаси билан такослаш натижасида математик модел параметрлари баҳоланади.

Етинчи этапда моделни амалда куллаш учун синов экспериментлари утказилади ва аниқланади моделни амалда тадбиқ қилиш мумкинми ё мувофиқлаштириш учун ўзгартириш талаб қилинадими.

Саккизинчи этапда моделни уз параметрларининг қийматига нисбатан сезгирлигини, яъни параметрларнинг аниқлашдаги хатоликларни чегаралари аниқланади. Агар хатолик белгиланган чегарадан чиқиб кетса модел натижалари объектни ҳақиқий динамикасидан фарқи катта бўлиб тамоман нотўғри маълумотга олиб келиши мумкин. Ана шундай ҳолатга тушмаслик учун албатта модел параметрларини ўрганиш, яъни "ишонч интервалларини" аниқлашимиз керак.

Охирги этапда математик модел ёрдамида хар хил мантиқий, назарий ва амалий экспериментлар ўтказиш ёрдамида объект ҳақида янги маълумотларни йигиш, яъни илмий назарий тадқиқот ишлари олиб борилиши тушунилади.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Нима учун биз ўрганилаётган объектни объектостиларига бўлиб ўргайшимиз зарур?
2. Коцептуал модел деганда нимани тушунамиз?
3. Имитацион эксперимент деганда нимани тушунасиз?

7-мавзу. Математик моделлаштиришни икки асосий босқичи: ишчи гипотезалар ва концептуал схема. 2 соат.

Математик моделни куришнинг асосий моментларидан бири бу ўрганилаётган объектга доир йиғилган маълумотлар асосида объект структураси буйича тегишли ишчи гипотезаларни юритиш ва шу гипотезаларга асосланиб объект структурасини схематик равишда акслантириш хисобланади. Объект структурасини схематик равишда акслантиришни купчилик адабиётларда объектни концептуал схемасини куриш деган тушунча ишлатилади.

Демак, математик моделни куришининг асосий моментларидан бири ўрганилаётган объектни структураси буйича ишчи гипотезаларни юритиш. Ишчи гипотезалар моделлаштиришда нафакат асосий моментни ташкил қилади балким хал килувчи ролни уйнайди. Қанчалик биз реал объектга нисбатан мувофик ишчи гипотезаларни юритсак шунчалик мукамал математик модел яратган буламиз.

Ишчи гипотезаларни юритишда авалом бор биз олдимизга куйилган максадни кузда тутишимиз ва объект структурасини аниқлайдиган асосий этапларга, конунларга этибор беришимиз керак. Ана шуларни кўзга тутган ҳолда ишчи гипотезаларни ёзилади.

Пружинанинг тебранишининг математик модели мисолидаги гипотезасига эътибор берайлик:

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = -kx$$

Пружинани шунчалик сикамизки у узини эластиклик хусусиятини юкотмасин. Бунда Гук конунига биноан шарикчага kx - га тенг пружинани эластиклик кучи таъсир қилади. Агар биз бу гипотеза билан пружинани таранглик тебранишларининг математик моделини таққосласак юритилган гипотезанинг нақадар мукамаллигини яқол кўришимиз мумкин.

Популяцияни математик модели мисолидаги гипотезани караб чикамиз:

$$\frac{dx}{dt} = kx - \alpha x^2$$

Фараз киламизки вақтнинг ҳар қандай моментида биомассанинг ўсиш тезлиги бор биомассага пропорционал, популяция вакиллари ўзаро конкуренцияга тесқари пропорционал.

Юритилган гипотеза ва математик моделни бир бирига солиштириб анализ ўтқазсак уларни ўзаро мувофиқлиги кўринади.

Бу икки мисолдан келиб чиқадики гипотеза реал объектни сўз орқали баён қилинган модели экан.

Унчалик мураккаб бўлмаган объектларнинг математик моделини кураётганда юқорида қараб чиқилган мисоллардаги каби ёндошиш, яъни аввал ишчи гипотезалар сўнг шу ишчи гипотезаларни акслантирувчи математик ифодаларни ёзиш усули кўп ҳолларда уринли булишини куришимиз мумкин.

Аммо мураккаб объектларни математик моделлаштиришда тегишли ишчи гипотезаларнинг юргизиш асосида математик моделни ёзиш анчагина кийин булиши мумкин. Кийин булишининг сабаби - урганилаётган объект структурасини жуда кўп, табиати ҳар хил ўзгарувчилардан иборат эканлигида булиб, бу ўзгарувчилар орасида чизиксиз боғлиқлар ҳам мавжуд булишидандир. Бундай мураккаб объектларни моделлаштиришда бир икки ишчи гипотезалар билан чекланиб бўлмайди. Бунинг учун албатта ишчи гипотезалар системаси булиши шарт. Бу ишчи гипотезалар системасидан математик моделга ўтишда математик моделнинг концептуал схемасини куриш жуда катта аҳмиятга эга.

Бундай усул, биринчидан мураккаб объект структурасини яққол кўз олдимишга келтиришимиз учун, иккинчидан ўзгарувчилар орасидаги муҳим боғлиқликларни тасвирлаш ва уларни аниқ акслантириш, учинчидан ўзгарувчиларни объект динамикасига таъсир даражасини аниқлаш (асосий ва асосий бўлмаган иккинчи даражали ўзгарувчиларга ажратиш), туртинчидан, математик ифодаларни, функцияларни ва тенгламаларни ёзишда қулайлик яратиш ва бешинчидан урганиётган объектни муҳофизатида ҳар хил мутахассисликларни жалб қилиш учун жуда катта аҳмиятга эга.

Математик моделлаштириш буйича, рус тилида чоп қилинган, кўпчилик ишларда блок схема тушунчаси ва схемани ўчратамиз. Концептуал схема ва блок схема бир бирига ўхшаб кетсаям, аслида маъноси жихатдан ва тузилиши жихатдан улар фарқ қилади, бу биринчидан, иккинчидан концептуал схема математик моделдан олдин курилади, учунчидан концептуал схема математик модел куриш учун керак, блок схема берилган математик модел буйича бирор бир алгоритмик тилда компьютерда программа ёзиш учун мулжалланган.

Концептуал схемани Форрестер диаграммалар тилида курилади. Форрестерни кизиктирган таджикот объекти бу мураккаб система хисобланган ишлаб чикариш корхоналари эди. Бундай мураккаб системаларни таджикот килишдан махсад ишлаб чикариш корхоналарини динамик моделларини куриш эди. Ишлаб чикариш корхоналарини хамма томонлама урганиб чиккандан сунг Форрестер бундай мураккаб системани ишлаш фаолиятини имитацион динамик моделини таклиф килди.

Бундай имитацион динамик моделлар куйидаги хоссаларга эга булиши керак :

- Хар кандай биз хохлаган сабаб-натижа боғликларни хисобга ола билиши;
- Оддий математик курунишга эга булиши;
- Урганаётган объект тилига синоним булган терминларни ишлатиш;
- То иложи борича куп узгарувчиларни камраб олиш, албата хисоблаш машиналарини ресурсларини хисобга олган холда;
- "Узлуксиз" узаро таъсирни шундай акслантира олиши керакки, ечимлар (карорлар) оралигидаги вақт моментларида киритиладиган дискрет катталиклар модел натижасига тасир килмасин. Керак булганда модел натижасига дискрет узгаришлар критиш мумкин булсин.

Бундай талабларга жавоб берувчи имитацион динамик моделларни ёзиш учун Форрестер махсус диаграммалар тилини ихтиро килди. Боғликликлар диаграммасидаги белгилар куйидагича белгиланади (1-расм):

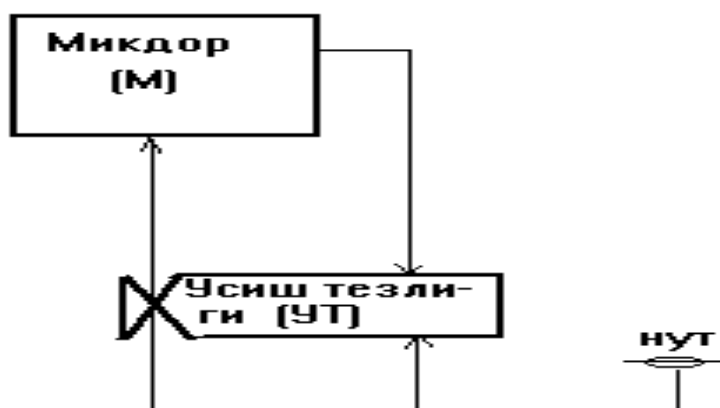


1 – расм

Форрестер боғликлар диаграммаси ёрдамида жуда куп динамик моделлар яратилган. Биз бу ерда оддий мисолларни караб чиқамиз.

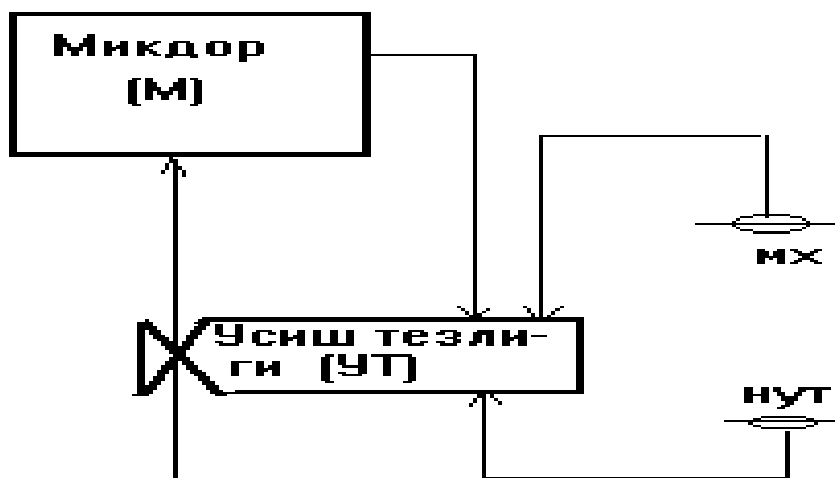
Мисол 1. Экспоненциал усиш. Экспоненциал усишда микдор (М) усиш тезлиги (УТ) оркали бошқарилади, усиш тезлиги уз навбатида нисбий усиш

тезлиги (НУТ) доимийсидан ва уша моментдаги микдор (М) кийматидан боғлиқ. Бундай гипотезани концептуал схемаси қуйидагича қуринишга эга (2-расм).



2 – расм

Мисол 2. Логистик усишда М УТ орқали бошқарилади, УТ уз навбатида М уша вақтдаги кийматдан ва икки доимийликдан - НУТ ва муҳит хажмидан (МХ) боғлиқ. Бундай гипотезанинг концептуал схемаси қуйидагича қуринишга эга (3 - расм):



3 – расм

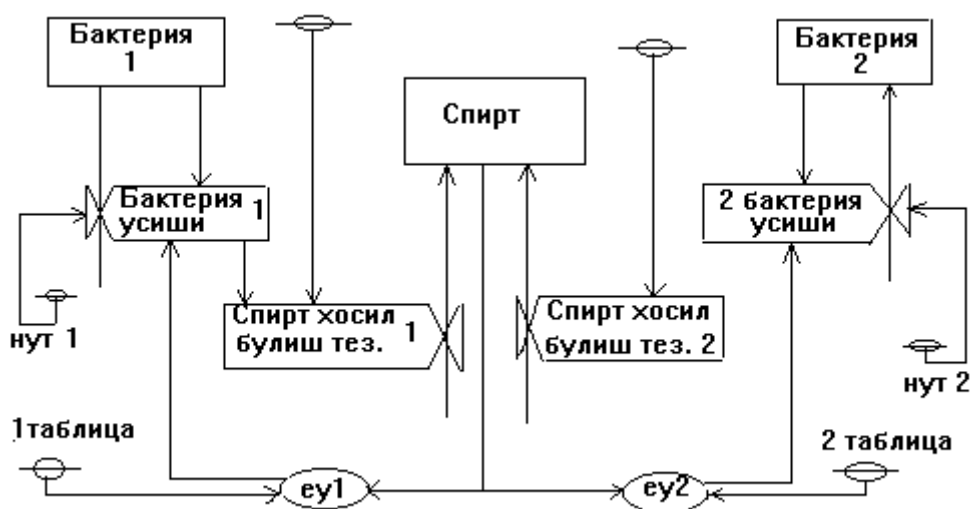
Мисол 3. Гаузе ўзини экспериментларида 2 хил бактерияларни (дрожей) маълум микдордаги канд ва бошқа керакли шароит мавжуд муҳитида қупайтирди. Бактериялар анаэроб шароитида кандни истемол қиладилар бактерияларнинг усиши учун зарур булган энергия манбааси сифатида. Бунда охириги маҳсулот - CO_2 (карбонат ангидрид) ва сув. Булар муҳитни ифлослантормади. Агар бактериялар анаэроб шароитида устирилса унда учинчи охириги маҳсулот - спирт ажралиб чиқади. Муҳитда спирт жамланиб

бактерияларни усишини секинлаштиради ва бора-бора умуман тухтатиб куяди, мухитда керакли микдорда кандни сакланган булишига карамасдан.

Гаузе бу икки хил бактерияларнинг алохидаликда ва биргаликда устириб экспериментлар сериясини утказди ва икки хил бактерияларни бир бирига тасирини урганди. Гаузининг тахминича бактерияларнинг узаро таъсири жараёнинг махсули булган спирт оркали юз беради. Спирт бактерия мухитининг ифлосланувчиси булганлиги сабабли бактерияларнинг усишига манфий таъсир курсатади.

Гаузининг бу тахминини текшириш учун бактерияларнинг алохидаликда ва биргаликда купайишини моделлаштириш лозим, уларни узаро таъсири мухитда спирт махсулотини хосил булиши туфайли юзага келади деб.

Юкорида баён килинган икки хил бактерияларнинг купайиши ва уларнинг таъсирини богликлик диаграммалар тилида куйидагича тасвирласа булади (4 - рами):



4 – расм

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Математик моделлаштиришда ишчи гипотеза деганда нимани тушунасиш?
2. Концептуал схема деб нимани тушуниш шарт?
3. Математик моделлаштиришда Форрестер диаграммалари нима учун керак?
4. Ҳар бир талаба тиббиётга доир бирор бир жараён учун Форрестер диаграммаларидан фойдаланиб концептуал схемасини тасвирлансин
5. Гаузени экспериментларини маъноси нимадан иборат?

8-мавзу. Тиббиёт ва биология соҳасига доир дифференциал тенгламаларга асосланган математик модел таҳлили. 2 соат.

Математик моделлаштиришнинг аналитик методларидан - дифференциал тенгламалар тадбири билан танишиб чиқамиз. Бу деган суз бошқа аналитик методлар математик моделлаштиришда кулланилмайди деган фикрни билдирмайди, балким математик моделлаштиришда дифференциал тенгламалар назарияси жуда куп холларда ишлатилишини билдиради, холос.

Аналитик математик моделларнинг тадқиқоти бўйича классик ва хозирги замон бир неча усулларини ёритиб бериш билан чегараландик. Булар изоклиналар, чизикли холатга келтириш, тургунликни текширишнинг Ляпунов усули, холатлар текислигини классификациялаш ва динамик системаларни бифуркацияларини урганиш усуллари дир. Буларнинг хаммаси ўрганилаётган объект назариясини яратишга қаратилган.

Кўпинча табиий ходисаларни ўрганилаётганда техникада, химияда, биологияда ва бошқа фанларда масалани ечими урганилаётган ходисадаги узгарувчилар орасидаги боғлиқликларни урганишга қаратилган булади. Бундай масаланинг куйилиши албатта табиий, яъни узгарувчилар орасидаги боғлиқликларни аниклаши бу уша ходисани эволюциясининг узгариш конунларини аниқлашдир. Купчилик холларда узгарувчилар орасида боғлиқликларни урнатиш мумкин булмасдан қолади. Бундай холларда катталиклар (функциялар) ва уларни ўзгариш тезликликлари орасидаги боғлиқликларни урнатиш мумкин бази бир дифференциал тенгламалар курунишида. Бундан келиб чиқадики купинча табиий масалаларни ечишда дифференциал тенгламалар усулини куллар эканмиз.

Мисол 1. Микробиологияга доир. Вактга боғлиқ равишда бактерияларни сонини усиш конунияти аниқлансин.

Гипотеза: N_0 микдордаги бактериялар купайишига кулай шароитда жойлаштирилган. Экспериментал тадқиқотлардан маълумки бактерияларнинг купайиш тезлиги ўзининг бор биомассасига тугри пропорционал.

Математик моделнинг курилиши: t вақт моментидеги бактерияларни сони $N(t)$ билан белгилаймиз: $N(0)=N_0$ булсин. Бактериялар сонининг факат бутун сонлар билан характерланишидан четлашган холда $N(t)$ ни вақт давомидаги узлуксиз дифференциалланувчи деб фараз киламиз. Бунда бактерияларни усиш тезлиги $N(t)$ дан вақт бўйича олинган хосила хисобланилади. Юкоридаги юритилган гипотезамиз асосида излаётган масаламизни математик моделини куйидаги курунишда ёзиш мумкин:

$$\frac{dN(t)}{dt} = kN(t), \quad k > 0, \quad (1)$$

коэффициент k бактерияларнинг турига ва яшаш шароитига боғлиқ. k ни экспериментал йул оркали аниқлаш мумкин. Бизни урганилаётган масаламиз

математик масалага келди: (1) тенгламани $N = N(t)$ ечими топилсин, ким куйилган шарт каноатлантисин $N(0)=N_0$.

Математик моделнинг ечими: (1) тенгламани хар икала томонини $N(t)$ ($N(t) > 0$) га булиб куйидагини хосил киламиз:

$$\frac{d}{dt}(\ln N(t)) = k.$$

Бу тенгламани интегралаб куйидагини хосил киламиз

$$\ln N(t) = kt + c_1, \quad (2)$$

бунда c_1 - ихтиёрый доимий, кулайлик учун куйидагича белгилаймиз $c_1 = \ln C$, $C > 0$ (2) дан:

$$N(t) = Ce^{kt} \quad (3)$$

(3) функциялар тупламидан бактерияларнинг усишини каноатлантйрувчи ечимни танлаб олиш учун $N(0) = N_0$ шартидан фойдаланамиз: $N_0 = C$.

Бунда (3) куйидаги курунишни олади

$$N(t) = N_0 e^{kt} \quad (4)$$

демак, бактерияларнинг вақт давомидаги усиши курсатгичли конун асосида юз берар экан.

Куриб чикилган мисолда бактерияларни усиш тезлигини математик модели (1) тенглама хисобланилади, бактерияларни вақт утиши билан усиш конуниятини (4) тенглама акслантиради.

Мисол 2. Физикага доир. Атмосфера босими (p) ни баландлик (h) дан боғликлигини ($p = p(h)$) аниқлаймиз.

Гипотеза: Маълумки, денгиз сатхидан канча баланд кутарилса хаво шунчалик сийраклашади, яъни атмосфера босими баландлик сари камая болади.

Математик моделни курилиши: Эслатиш лозим, ки атмосфера босими киймати сифатида кесим юзаси 1см^2 булган вертикал устунчадаги хавонинг огирлигини тушунилади. Фикран h ва $h+\Delta h$ хар хил баландликларда вертикал хаво устунини горизонтал кесамиз. Курсатилган баландликлардаги босимлар фарки $p(h) - p(h+\Delta h) = -\Delta p(h)$ киймати жихатдан иккита кесим орасидаги хавонинг огирлигига тенг: $-\Delta p(h) = \Delta mg$, бу ерда Δm - шу хавонинг массаси; g - эркин тушиш тезланиши. Хаво устунчасини $\Delta \mathcal{G}$ хажми тенг $\Delta \mathcal{G} = s\Delta h = Dh$ агар хавонинг уртача зичлиги устунчада ρ_{yp} га тенг булса унда $\Delta m = \rho_{yp}\Delta h$, буердан $-\Delta p(h) = g\rho_{yp}\Delta h$ ва $\frac{\Delta p(h)}{\Delta h} = -g\rho_{yp}$ баландликдаги хавонинг зичлиги $p(h)$ билан белгилаймиз. Унда $\Delta h \rightarrow 0$ билан $\rho_{yp} \rightarrow \rho(h)$ ва охирги муносабатда лимитга утиб $\Delta h \rightarrow 0$ да дифференциал тенгламани хосил киламиз

$$\frac{dp}{dh} = -g\rho(h), \quad (5)$$

бу ерда $\rho(h)$ номаълум функция.

Фараз киламизки атмосферанинг температураси ҳамма катламларда бир хил. Унда Бойл-Мариот конунидан ёки газнинг ҳолат тенгламасидан босимнинг зичлигига пропорционал эканлигини осон чиқариш мумкин:

$$p(h) = b\rho(h). \quad (6)$$

Биз биламизки $pV = RT$ буерда $p = \frac{RT}{V} = \frac{RT}{M} \frac{M}{V}$, бунда $b = \frac{RT}{M}$; $\rho(h) = \frac{M}{V}$; R-универсал газ доимийси; M-газни моляр массаси. (5) ва (6) тенгламалардан куйидаги дифференциал тенгламани ҳосил киламиз:

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{d}{b} p \quad (7)$$

Математик моделнинг ечими:

(7) тенглама (1) тенгламадан коэффициентнинг манфийлиги билан фарк қилади ҳолос. Шунинг учун (7) тенгламанинг ечими (1) тенглама ечими каби қурилишида ёзиш мумкин:

$$p = Ce^{-\frac{g}{b}h} \quad (c \in R).$$

Агар денгиз сатҳида ($h=0$) булганда $P(0) = P_0$ булса, унда $C = P_0$ аниқланади ва атмосфера босимининг h баландлигидан боғлиқ равишда узғариш қонунини куйидагича ёзиш мумкин:

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{g}{b}h}. \quad (8)$$

Хулоса: Шундай қилиб, босим барометрик формула (8) асосан юқорига қараб қурсатғичли қонуният бўйича қамаяр экан. Аммо (8) формула юқори баландликларда (ер шарини радиуси билан солиштириш мумкин булган қатталиқларда) қатта хатоликлар беради. Бу биринчидан температурани баландликлар сари узғаришини ва эркин тушиш тезланишининг узғаришини ҳамда бошқа содир буладиган жараёнларни ҳисобга олмаслик сабабли.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Микробиологияга талукли мисолда ишчи гипоте нимадан иборат?
2. Микробиологияга талукли мисолдаги математик моделни ёзиб тушунтиринг.
3. Микробларни биомассасини ўсиш қонунини тушунтиринг?

4. Атмосферани босимдан боғлиқлигини математик моделини гипотезаси нимадан иборат?

5. Атмосферани босимдан боғлиқлигини математик моделини ёзиб тушунтиринг.

6. Атмосферани босимдан боғлиқлиг қонуниятини ёзиб тушунтиринг.

9-мавзу. Тажрибавий натижаларни статистик таҳлилига доир мисоллар таҳлили. 2 соат.

Хар қандай математик модел берилганларга асосланади. Математик моделнинг реал объектга мувофиқлигини берилганларнинг аниқлик даражасига боғлиқ. Демак, қузатув ёки экспериментал йул орқали тупланган берилганлар қанчалик ҳақиқатга яқин келса унга асосланган математик модел ҳам шунчалик ҳақиқатга яқин булиши мумкин. Қузатув ёки экспериментал йул орқали йигилган берилганларнинг ҳақиқатга яқинлигини текшириш учун эҳтимоллар назариясининг ёки математик статистиканинг бир неча усуллари мавжуд.

Бундай усулларга тасодифий ҳодисаларнинг анализи, тасодифий катталиқларнинг тақсимот қонуни аниқлаш усули, тасодифий катталиқларни математик қутишини аниқлаш, тақсимот қонунларини статистик баҳолаш, корреляция назарияси, статистик гипотезаларни статистик текшириши, Марков занжири назарияси, тасодифий функциялар назарияси ва хоказолар.

Буларнинг ҳаммаси берилганларнинг анализига, яъни берилганлар маълум бир тартиб билан жойланиш қонунини аниқлаш, усувчим, камаювчим, даврийми ёки тасодифийми. Тасодифий булса берилганларни хар бири содир булиш эҳтимолини зудлигини, берилганларни тақсимот қонунини аниқлаш ва хоказолар. Бундай анализларни утказишни маъноси берилганларни анализи асосида маълум бир ҳақиқатга яқин гипотезалар юритиш ва шулар асосида математик модел яратишдир.

Албатта, биз юкорида айтиб утилган ҳамма усулларни қараб чиқишга имконимиз йук, аммо мисол тарикасида баъзиларини қараб чиқишимиз мумкин, мисол тақсимот қонунини аниқлаш буйича:

Масалан, қўл сувининг рН бўйича анализ қилиш лозим бўлиб қолсин. Қўлни тасодифий ихтиёри 20 жойидан анализ учун сув олинган. Бунда қуйидаги маълумотлар йигилган:

1-жадвал.

Синовларнинг тартиби№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Хар бир синовдаги рН	2	1	4	6	5	3	1	2	1	3	7	3	4	2	3	4	2	3	6	3

Бу таблицадан куришиб турибдики, 20 пробада: рН = 1 - 3 маротаба, 2 - 4 маротаба, 3 - 6 маротаба, 4 - 3 маротаба, 5 - 1 маротаба, 6 - 2 маротаба, 7 - 1 маротаба учрар экан. Бу маълумотлар асосида куйидаги таксимот жадвалининг тузишимиз мумкин: бунда Х синовдаги рН ларнинг миқдорини, N рН кийматларининг 20 маротаба утказилган синовлардаги учратиш зудлиги:

2-жадвал

X	1	2	3	4	5	6	7
N	3	4	6	3	1	2	1

Бу жадвалдан куришиб турибдики, биз текшираётган кул сувининг рН 3 атрофида экан. Чунки рН-ни бу киймати 20 та синовда 6 маротаба учрайди. Агар шу кул сувини рН=3 деб олсак бу хақиқатга якин фикр буларди. Бу фикрнинг аниқлигига ишонч хосил қилиш учун юқоридаги 2 жадвални таксимотини нисбий зуддиларни, яъни хар бир рН кийматининг узгариш эҳтимоли (р) учун куйидаги таксимотни ёза оламиз:

3 .Жадвал

х:	1	2	3	4	5	6	7
р:	0.15	0.2	0.3	0.15	0.05	0.1	0.05
Назорат:	$0.15+0.2+0.3+0.15+0.05+0.1+0.05= 1.0$						

Бу жадвалдан куришиб турибдики рН=3 киймати рН-ни бошқа кийматларига нисбатан энг катта эҳтимолга эга.

Демак, кул сувидаги рН=3 деган гипотезани олдинга сурамиз. Бу кул сувини тажрибавий натижалар асосидаги олинган берилганларнинг статистик тахлили натижасидир.

Агар биз куз унгимизга келтирсак нафақат рН, балки бир неча 10 параметрларни кузатишимиз керак булса ва синашлар сони бир неча минглар атрофида борса унда 2 ва 3 жадвалларни куриш нақадар муҳимлигини куз олдимизга келтиришимиз мумкин.

Буларнинг хаммаси берилганлар устида қандайдир амаллар бажариб улардан керакли ишчи гипотезаларни аниқлаб олиш мақсадида қилинади.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Статистик таҳлил деганда нимани тушунаси?
2. Кўл сувини анализи мисолидаги ишчи гипотеза нимадан иборат?
3. Кўл сувини анализидagi мисолда 1 чи ва 2 чи жадвалларни маъносини тушунтиринг.
4. Учунчи жадвални маъносини тушунтиринг.
5. Келтирилган мисол анализига хулоса қилинг.

10-мавзу. Тасодифий ҳодиса ва унга доир мисоллар таҳлили. 2 соат.

Эҳтимоллик назарияси тилида ҳар қандай натижа, оқибат ёки бир маротибалик синов ҳодиса дейилади. Агар ҳодиса фақат битта оқибатга олиб келса, бундай ҳодисага содир бўлиши аниқ дейилади. Агар комплекс шароит яратилганда ҳодисани юз бериши мумкин бўлмаса унда содир бўлиши мумкин бўлмаган ҳодиса дейилади. Шундой ҳодисалар мавжудки олдиндан содир бўлиши номаълум, бундой ҳодисаларга тасодифий ҳодисалар дейилади.

Тасодифий ҳодисалар лотин бош ҳарфлари билан белгиланади. Тасодифий ҳодисалар ўзаро биргаликда эмас дейилади, қачонки синовда фақат бита ҳодиса юз берса. Мисол учун тангани ташлаганда ё герб томони тушади, ёки ёзувли томони. Анна шу мисолда герб ва ёзувли томон ҳодисалари биргаликда бўлмаган ҳодисаларга мисол бўла олади. Ҳодисалар синовда бир моментда юз берса, бундай ҳодисаларга биргаликдаги ҳодисалар дейилади. Ёмғирни ёғиши ва ҳаво намгарлигини ошиши, қорни ёғиши ва ҳавони совуш, қуёшни чиқиши ва ҳавони иссиш ҳодисалари биргаликдаги ҳодисаларга мисол бўла олади.

Ҳар қандой тасодифий ҳодисани олдиндан, шу ҳодисага тегишли бўлган, ишонч ёки эҳтимол билан содир бўлишини айтиш мумкин. Бунда эҳтимолликни A ҳодисани содир бўлишини объектив мумкин бўлган сонли қиймати бир маротибадаги синовда $P(A)$ ишора билан белгиланади. Классик таърифга кўра ҳодисани эҳтимоли унинг синовдаги содир бўлган сонли қийматини (m) синовлар сонига (n) нисбати билан аниқланади:

$$P(A) = \frac{m}{n}.$$

Мисол учун, кутида 5 та оқ ва 10 қора шар бор. Тасодифан кутидан бита шар олинади. Олинган шарни оқ бўлишини эҳтимоли қанақа бўлиши мумкин? Шарларнинг умумий сони 15 та шулардан 5 таси оқ, бундан келиб чиқадики 15 та мавжуд ($n=15$) синовларда фақат 5 таси ($m=5$) кутилаётган ҳодисага имконият бериши мумкин, яъни бир маротиба ўтказилган синовда оқ шарни пайдо бўлиш имкони $P = 5/15 = 1/3 \approx 0.33$. Бундан кўриниб турибдики имконпазир ҳодисаларни сони кўпайиши, шу ҳодисани содир бўлиш эҳтимолини кўпайтиради.

Эҳтимолликни «классик» тарифидан келиб чиқадики, эҳтимоллик киймати 0 ва 1 орасида бўлиб, бирни бирликлари кўринишида тасфирланади: $0 \leq P(A) \leq 1$ (синовларни умумий сонидан % шаклидаям тасфирлаш мумкин). Содир бўлиши аниқ бўлган ҳодисани эҳтимоли 1 га тенг, содир бўлиши аниқ мумкин бўлмаган ҳодисани эҳтимоли 0 га тенг. Эҳтимолликни бу аксиоматик хоссасидан келиб чиқадики содир бўлиши мумкин бўлган ва содир бўлиши мумкин бўлмаган ҳодисалар эҳтимолликларини йиғиндиси 1 га тенг, яъни $P(A) + P(\bar{A}) = 1$.

Ёзувни содалаштириш мақсадида кўйидаги белгилашлар қабул қилинган: $P(A) = p$ ва $P(\bar{A}) = q$, бу ердан $p + q = 1$. Синовгача кўрсатилган ёки ҳисобланган эҳтимолликга априор эҳтимоллик дейилади. Мисол учун тангани ташлаганда герб ёки ёзув томонини тушиши. Бунда икки ҳолат мавжуд, ҳар икала ҳолатни ҳам эҳтимоли бир хил $p = q = 1/2$. Бошқа ҳолат, қачонки бирон-бир дорини ҳар хил миқдорини организмга таъсирини ўрганиш. Бундой ҳолатда дорини организмга таъсирини синовдан олдин айтиш мумкин эмас. Ҳар хил ҳолатларни содир бўлиш эҳтимолини фақат тажрибадан сўнг кўрсатиш мумкин. Бндай эҳтимоллика апостериор эҳтимоллик дейилади. Бундан ташқари кузатишлар асосида ҳисобланган эҳтимолликга статистик эҳтимоллик дейилади.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Ҳодиса нима?
2. Қандой ҳодисалар мавжуд (классификацияси)?
3. Аниқ, содир бўлиши мумкин бўлмаган ва тасодифий ҳодисаларга ўз мисолларингизни келтиринг?
4. Ҳодиса эҳтимоллигини ҳиоблаш қонуниятини тушунтиринг.
5. Тасодифий ҳодисага доир тиббиёт соҳасидан мисол ёзиб уни содир бўлиш эҳтимоллигини ҳисобланг.
6. Ҳар ким ўз мисолида тасодифий ҳодисани содир бўлмаслик эҳтимолини ҳисобласин.

11-мавзу. Катта сонлар қонунини таҳлили.

2 соат.

Кўп сонли тажрибалар ва кузатишлар шуни кўрсатадики синовларни сони n ўсиши билан тасодифий ҳодисаларни кутилиш частотаси (статистик эҳтимоллик) уларни содир бўлиш эҳтимолига яқинлашади (классик эҳтимолликга). Буни тангани чертиб ташлагандаги тажрибалар натижаси келтирилган қўйидаги жадвалда кўриш мумкин.

Ким томонидан синовлар ўтказилган	Синовлар сони	Герб томонини тушиш сони	Учрашиш ходисаси эҳтимоли	Классик эҳтимолликдан фарқи
Бюффон тажрибалари	4040	2048	0.5069	0.0069
Пирсон:				
1 тажриба	12000	6019	0.5016	0.0016
2 тажриба	24000	12012	0.5005	0.0005

Келтирилган жадвалдан кўриниб турибдики синовлар сонини ўсиши билан кузатиш натижаларини учрашиши уларни классик этимолидан ($p=0.5$) фарқи камаёверади. Бу мисолда катта сонлар қонунини таъсирини кўриш мумкин. Катта сонлар қонуни назаряси Я.Бернули (1713) ҳамда П.Л.Чебышевлар томонидан яратилган. Бу қонун шуни такидлайдики, A ходисасини учрашишлари (m/n) шу ҳодисани классик эҳтимолига яқинлашаверади, агар синовлар сони чексиз ошаверса.

Учрашишлар ҳодисасини (m/n) уни эҳтимоли p дан фарқи, ҳарқандой олдиндан берилган мусбат ε дан катта бўлиш эҳтимоли 0 га интилади синовларни сонини ∞ га интилиши билан:

$$P\left\{\left|\frac{m}{n} - p\right| > \varepsilon\right\} \rightarrow 0.$$

Бу қонунни тасдиқловчи мисоллар табиатда жуда кўп. К.Маркисни таъбири билан айтганда «...бундай тасодифий ҳодисалардаги ички қонунлар ва уларни бошқаруви, шу вақтда кўзга ташланадики, қачон улар жуда катта массаларни қамраб олишса...».

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига

қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Катта сонлар ыонуни деганда нимани тушунасиз?
2. Келтирилган жакдвални маъносинитушунтиришга =аракат ыилинг.
3. Катта сонлар қонунини акслантурувчи тиббиёт соҳасидан мисол келтирига ҳаракат қилинг.

12-мавзу. Биномиал ва Пуассон тақсимотиға доир мисоллар таҳлили. 2 соат.

Биномиал тақсимот. Фараз қиламизки, бази бир тасодифи ҳодиса A га нисбатан n маротиба бир-бирига боғлиқ бўлмаган синовлар ўтказилган, шу шарт билан ким ҳар бир тажрибада A ҳодисани юз бериш эҳтимоли p доимий. Бунда фақат икки хил натижа юз бериши мумкин: A ҳодисани юз бериши ёки унга тескари ҳодиса \bar{A} доимий эҳтимоллик q билан юз бериши мумкинлиги, бунда $p+q=1$. Бу шартда A ҳодиса m маротиба содир бўлса \bar{A} эса $n-m$ маротиба ҳосил бўлади. Бу ҳодисаларни ҳар қайсисини юз бериш эҳтимоли ($P_n(m)$) уларни қайси навбатда содир бўлишидан боғлиқ бўлмаган ҳолда $p^m q^{n-m}$ ифодани биномиал коэффициент $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ га кўпайтмаси шаклида ёзиш мумкин:

$$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}.$$

Бу формула (Бернулли формуласи) n та тасодифий олинган эҳтимолликдан m та кутиш мумкин бўлган ҳодисани эҳтимолини ҳисоблашни имкониятини беради.

Мисол. 5 та туғилган боладан 0,1,2,3,4,5 сини ўғил бола туғилиш эҳтимоли ҳисоблансин.

Ҳар бир синовда ўғил болани туғилиш эҳтимоли $P(A)$ ёки қиз болани туғилиш эҳтимоли $P(\bar{A})$ бир хел 0.5 га тенг.

Аммо 5 та туғилган бола ичида бирорта ҳам ўғил бола бўлмаслик эҳтимоли:

$$P_5(0) = \frac{5!}{0!5!} (0.5)^0 \cdot (0.5)^5 = 1 \cdot 1 \cdot 0.03125 = 0.03125$$

5 тадан 1 таси ўғил бола бўлиш эҳтимоли:

$$P_5(1) = \frac{5!}{1!4!} (0.5)^1 (0.5)^4 = \frac{120}{1 \cdot 24} \cdot 0.5 \cdot 0.0625 = 0.15625.$$

Худий шундай:

$$P_5(2) = \frac{5!}{2!3!} (0.5)^2 (0.5)^3 = 10 \cdot 0.25 \cdot 0.125 = 0.3125$$

$$P_5(3) = \frac{5!}{3!2!} (0.5)^3 (0.5)^2 = 10 \cdot 0.25 \cdot 0.125 = 0.3125$$

$$P_5(4) = \frac{5!}{4!1!} (0.5)^4 (0.5)^1 = 0.15625$$

$$P_5(5) = \frac{5!}{5!0!} (0.5)^5 (0.5)^0 = 0.03125$$

Бу ҳисоб китоблардан ушбу шартни текшириш мумкин: $\sum_{m=0}^5 P_n(m) = 1$. Бу ҳисобланган эҳтимоликлар тўплами: $P_n(0), P_n(1), \dots, P_n(m)$ – биномиал тақсимотни ташкил қилади. Биномиал тақсимот бирор бир А ходисани n маротиба синов ўтказилгандаги содир бўлиш ёки бўлмастик эҳтимоликлар қийматларини қатордаги жойланишига айтилади.

Кўрсатиш мумкин:

$$\sum_{m=0}^n P_n(m) = (p + q)^n.$$

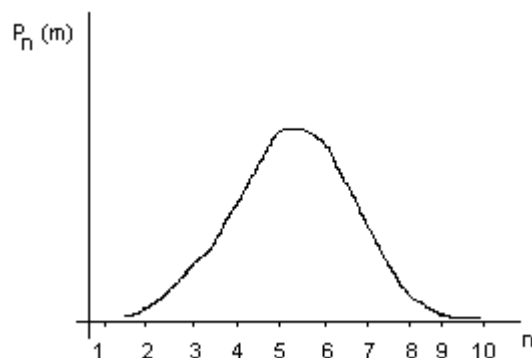
Мисол учун $n=2$ бўлганда натижа қўйидагича бўлиши мумкин: Синовлар натижаси $AA \quad \overline{AA} \quad \overline{AA} \quad \overline{AA}$ натижалар эҳтимоли $p^2 \quad pq \quad qp \quad q^2$ ёки $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$. $n=3$ бўлганда ўтказилган ўзаро боғлиқ бўлган синовда эҳтимоликлари қўйидагича тақсимланиши мумкин:

$$(p + q)^3 = p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 \text{ ва хоказо.}$$

Бу ердан келиб чиқадики биномиал тақсимот қонуни на фақат Бернулли формуласи орқали балким Ньютон биноми орқали ҳам ёзиш мумкин:

$$(p + q)^n = p^n + np^{n-1}q + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} p^{n-2}q^2 + \dots + q^n.$$

Биномиал эгрилик графигини умумий ҳол кўриниши қўйидагича бўлиши мумкин:



Пуассон тақсимоти. Биномиал эгрилик характери иккита катталиқ билан аниқланади: синовларни сони n ва кутилаётган натижа эҳтимолиги билан. $p=q$ ҳолатда биномиал эгрилик аниқ симметрикдир ва синовлар сонини ошиши билан эгрилик силлиқлаша боради ва ўзининг чегараси бўлмиш нормал эгриликга интилади. Агар $p \neq q$ бўлса биномиал эгрилик ассиметрик бўлиб p ва q фарқини ошиши билан ассиметриклик даражаси ҳам оша боради. Қачонки p ва q лар жуда кичик бўлиб бирни юз ва минг бирликларида ҳисобланса ассиметриклик даражаси яна ҳам ошишини кўриш мумкин. Жуда кам учрайдиган бундой ҳолатларни ўрганишда Пуассон тақсимоти жуда қулай:

$$P_n(m) = \frac{a^m}{m!} e^{-a} = \frac{a^m}{m! e^a},$$

бунда $a \approx np$ кутаётган ҳодиса частотасини эҳтимоли катта бўлган ҳол учун (кутилаётган ҳодисани кўп маротиба қайтарилиш эҳтимоли катта), m - кутилаётган ҳодиса частотаси n ўзаро боғлиқмас синовда, $e = 2.7183$ натурал логорифм асоси, $m!$ - факториал ёки натурал сонлар купайтмаси: $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot m$. Пуассон формуласи a ни 0 дан n гача бўлган ҳар қандой қиймати учун эҳтимолликни ҳисоблайди. Мисол учун $a = 2$ булганда A ҳодиса берилган шароитда:

юз бермаслик эҳтимоли кўйидагича бўлади:

$$P_2(0) = \frac{2^0}{0! e^2} = \frac{1}{2.7183^2} = 0.1353$$

кутилаётган ҳодиса 1 маротиба содир бўлиш эҳтимоли:

$$P_2(1) = \frac{2^1}{1! e^2} = 0.2707$$

кутилаётган ҳодиса 2 маротиба содир бўлиш эҳтимоли:

$$P_2(2) = \frac{2^2}{2! e^2} = \frac{4}{2 \cdot (2.7183)^2} = \frac{4}{14.778} = 0.2707 \text{ ва хоказо.}$$

Пуассон тақсимоти Биномиал тақсимотни хусусий ҳоли. У ҳам Биномиал тақсимот каби нормал тақсимотга интилади $a \approx np$ ни ошиши билан. Пуассон тақсимотини графиги кўйидаги кўринишга эга бўлиши мумкин.



Бу ерда: 1) $a = 0.1$; 2) $a = 0.5$; 3) $a = 1$; 4) $a = 5$

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳоланиши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Биномиал тақсимот деганда нимани тушунасиз?
2. Биномиал тақсимот қонунини тушунтиринг?
3. Биномиал тақсимот қонунига доир ўз мисолингизни келтирин.
4. Пуассон тақсимотини тушунтиринг.

5. Биномиал ва Пуассон тақсимотларини фарқи нимада?

13-мавзу. Математик моделлаштиришда имитацион ёндошишга доир тиббиёт ва биология соҳаларига тегишли мисоллар таҳлили.
2 соат.

Амалий масалалар ўзининг маълум бир конкрет вақт интервалида қўлланиши билан назарий масалалардан фарқ қилади. Амалда бизни кизиктирган реал объектни чексиз вақт давомида караш маънога эга эмас. Амалий масалаларни ёзишда асосан олдинги маърузаларимизда караб чиқилган конструктив математик усуллардан фойдаланилади. Ана шундай усуллардан бири имитацион моделлаштиришдир. Имитацион модел нима, у нимани урганади, аналитик моделлаштиришдан фарқи, қулайлиги ва ҳозирги замондаги урни - ана шундай саволларга жавоблар ушбу бобда караб чиқилади.

Имитацион модел бу урганилаётган объектнинг маълум бирор вақт интервали оралигидаги динамик узгаришларини акслантирувчи алгоритмининг компьютер учун мулжалланган программасидир.

Бизга маълумки, имитация лотин сузи булиб "тахлид килиш", "ухшаш" деган сузлар маъносида ишлатилади. Моделлаштириш нуктаи назаридан имитацион модел реал объектнинг компьютердаги "айнан" образи ёки "нусхаси". Бу "нусха" реал объектни асосий ва асосий булмаган хусусиятларини узига акслантириш мумкин. Аналитик моделлаштириш хақида буни айта олмаймиз. Чунки аналитик модел реал объектни фақат ва фақат энг асосий хусусиятларини узига акслантира олади ва реал объектни иложи борича керакли даражада содаллаштирилган образидир. Имитацион модел буни тескараси, яъни то иложи борича реал объектга керакли даражада яқинлашган образидир. Имитацион моделлаштириш усули реал объект хақидаги хар кандай маълумотдан фойдаланишга имкон беради. Аналитик математик моделлаштириш усули хақида буни айтиш кийин.

Албатта, юкоридагилардан келиб чикмайдики имитацион моделлаштириш - аналитик моделлаштиришга нисбатан мукамал ва эффектлик. Бу икки математик моделлаштириш усуларининг бир-биридан тамоман фарқ қилиши, уларни хар бирини ўзига хос масалаларига эга эканлигидан далолат беради. Бундан келиб чикадики, хар бир математик моделлаштириш методи атроф мухитни урганишдаги уз урнига эга ва ҳеч қачон бир-бирини урнини босмайди, фақат бир-бирини тулдиради холос.

Имитацион моделлаштириш ЭХМ ва компьютерлар билан чамбарчас боғлиқдир, яъни ЭХМ ва компьютерсиз имитацион моделлаштириш маънога эга эмас. Ҳозирги замонда компьютерсиз тараққиётимизни тасаввур қилишимиз мумкин эмас. Ана шуни узи имитацион моделлаштиришни ҳозирги замон тараққиёт даражасидаги тутган урнини яқол акслантиради.

Математик моделлаштиришда имитацион ёндошиш.

Амалда куп масалалар мавжудки, маълум бир конкрет вақт интервалида каралади (прогнозлаштириш). Мисол учун шундай актуал амалий масалалардан бири об-хавони олдиндан айта олиш, атроф мухитни ифлосланиш даражасини олдиндан кура билиш, комплекс ишлаб чиқариш объектларни курилишидан олдин атроф мухитга таъсирини урганиш, космик аппаратларни троекториясини кузатишдек масалалар киради. Бундай типдаги масалалар купинча жуда куп узгарувчилар, параметрлар, уларнинг узаро чизикли ва чизиксиз боғликлари ва натижанинг хилма хил (сонли катталиклар, графикавий, таблицали ва узгарувчилар) куринишга эга булиши билан характерланади. Бундай типдаги масалалар учун у ёки бу типдаги аналитик бир бутун математик моделни куриш умуман мумкин эмас. Курилганда ҳам хозирги пайтда бундай моделларни анализ килиш умуман мумкин булмасдан қолади. Бундай типдаги масалалар асосан хисоблаш машиналари (компьютерлар) учун мулжалланган булади. Бунда урганаётган масала то иложи борича элементар автаном ходисаларга бўлиниб, ҳар бир элементар ҳодисага алоҳида математик модел ёзилади ва элементар моделларни маълум бир кетма кетлигини таъминловчи структура ёзилади, яъни блок схема. Бундан сунг бундай блок схема ёки структуравий схемага бирор бир алгоритмик тилда компьютерга мулжалланган программа ёзилади. Бизнинг ёзган программамиз урганилаётган масалани динамикасини компьютерда акс-лантира олиши лозим, яъни бизни кизиктирган параметрларини узгаришини олдиндан кура билиш мумкин булсин. Ана шундай ёзилган программа ўрганилаётган масалани имитацион модели бўла олади.

Имитацион моделни бошқа типдаги моделлардан, амалий нуқтаи назардан, имкониятлари анча кенг, бу ҳақда биз олдинги маърузаларимизда маълумот бериб ўтгандик. Математик моделлаштиришда имитацион ёндашишга доир мисол қараб чиқамиз: экологик факторларнинг узаро таъсирини имитацион модели. Маълумки, экологик фактор тирик организмни ҳеч булма-ганда маълум бир ривожланиш стадиясига бевосита ёки билвосита таъсир қила олиш хусусиятига эга булган мухитни ҳар қандай шароитидир. Ўз навбатида организм ҳам ташқи мухитни таъсирга акс таъсир кўрсатади.

Экологик факторларнинг қўйидагича классификациялаш мумкин:

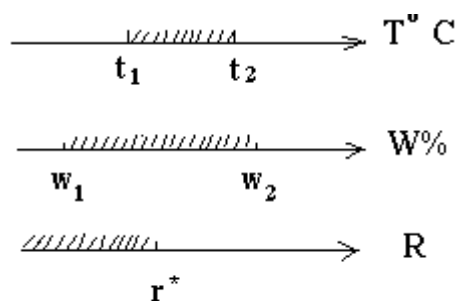
1) Абиотик факторлар (физик олам факторлари - температура, намгарлик, радиация, ёруглик, ...).

2) Биотик факторлар (тирик олам факторлари - популяция зичлиги, био-масса, организмлар сони, яшавчанлик, озика, текинхурлик, йирткичлик, ...).

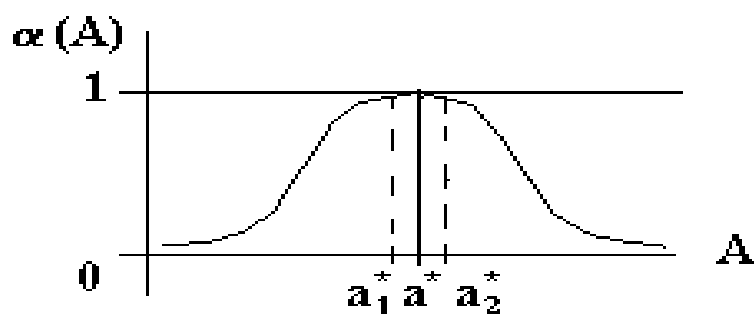
3) Антропоген факторлар (инсон хаёт фаолияти натижаси хисобланган факторлар - ишлаб чиқариш, кишлок хужалик объектларининг, нақлиётни хар кандай ташландиклари, харбий харакат таъсирида ёки авариялардаги ташландиклар, ...).

Юкоридаги класификацияни назарга тутган холда экологик факторларга нисбатан куйидаги ишчи гипотезаларни юритамиз:

1) Хар кандай биологик объект уни характерлай оладиган хар бир экологик факторга нисбатан тегишли оптимал яшовчанлик интервалига эга (1 - расм);



1 - расм



2 - расм

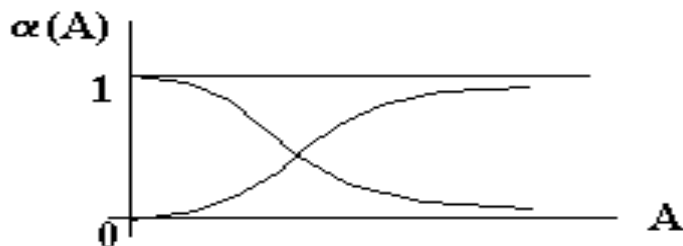
2) Яшовчанлик коэффициенти $\alpha(A) : R \rightarrow [0,1]$ акслантирувчи монотон функциядир;

3) Популяция зичлигига боғлиқ бўлмаган факторлар ўзининг оптимал қиймати ёки оптимал интервали билан характерланади, бунда популяция индивидларининг яшавчанлиги максимал даражада бўлади (2 – расм). Бундай типдаги микдорий боғлиқликларни экспоненциал функциялар билан акслантириш мумкин:

$$\alpha(A) = \begin{cases} \exp(\gamma(a(t) - a_1^*)), & \text{агар } a(t) < a_1^* \\ 1, & \text{агар } a_1^* \leq a(t) \leq a_2^* \\ \exp(\gamma(a_2^* - a(t))), & \text{агар } a(t) > a_2^* \end{cases}$$

буерда A зичликдан боғлиқ бўлмаган фактор, $a_1^* a_2^* \in A$ оптимал интервални чегаравий қийматлари, $a(t)$ - A факторнинг t моментдаги қиймати, экспоненциалнинг эгрилигини характерловчи параметр. Агар фактор фақат оптимал қиймат билан характерланса унда $a_1^* = a_2^* = a^*$

4) Факторлар борки, таъсири популяция зичлигидан боғлиқ равишда пропорционал ёки тескари пропорционал узгаради (3 - расм). Бундай типдаги микдорий боғлиқликларни қуйидагича ёзсак бўлади:



3 - расм

$$\begin{aligned} \alpha(x(t)) &= \exp(-\theta(x(t-1)/x(t))), \\ \alpha(x(t), y(t)) &= \exp(-\eta(y)/x(t)), \\ \alpha(x(t)) &= 1 - \exp(-\theta(x(t-1)/x(t))), \\ \alpha(x(t), y(t)) &= 1 - \exp(-\eta(y(t)/x(t))). \end{aligned}$$

буерда $x(t-1)$ ва $x(t)$ - улжа популяциясининг $t-1$ ва t вақтнинг тегишли моментларидаги зичлиги. θ ва η параметрлар, $y(t)$ - t моментдаги йирткич популяциясининг зичлиги.

5) Вактнинг хар кандай моментидаги популяция индивидларининг яшовчанлиги атроф мухит факторларининг комплекс таъсири оркали аникланади:

$$\begin{aligned}\alpha(\vec{A}(t)) &= \alpha(A_1(t), A_2(t), \dots, A_n(t)), \\ \alpha(A_n(t)) &: \forall n \quad 0 < \alpha(A_n(t)) \leq 1, \\ x(t+1) &= \alpha(\vec{A}(t))x(t),\end{aligned}$$

буерда $(A_1(t), A_2(t), \dots, A_n(t))$ - популяция зичлигидан боглик ва боглик булмаган факторларнинг туплами; $\alpha(\vec{A}(t))$ - атроф мухит факторларини комплекс таъ- сирини хисобга олувчи яшовчанлик коэффиценти.

Антропоген факторлар инсон хаёт фаолиятининг махсули булганлиги сабабли бошкарилиши мумкин булган факторлар хисобланилади. Шунинг учун биз асосан абиотик ва биотик факторларнинг узаро таъсирини урганамиз. Бизнинг утказган тадқиқотларимиз [7] шуни курсатди:

$$\begin{aligned}\alpha(A(t)) \rightarrow \min : x(t) \rightarrow \min, \quad a \quad \alpha(X(t)) \rightarrow \max, \\ \alpha(A(t)) \rightarrow \alpha_{yp}(A(t)) : x(t) \rightarrow x_{yp}(t) \quad \text{ва} \quad \alpha(X(t)) \rightarrow \alpha_{yp}(X(t)), \quad (1) \\ \alpha(A(t)) \rightarrow \max : x(t) \rightarrow \max, \quad a \quad \alpha(X(t)) \rightarrow \min,\end{aligned}$$

буерда $\alpha(A(t))$, $\alpha(X(t))$ абиотик ва биотик факторлар буйича тегишли яшовчанлик коэффицентлари, $X(t)$ - вактнинг t моментидаги популяция зичлиги, $\alpha_{yp}(A(t))$, $x_{yp}(t)$, $\alpha_{yp}(X(t))$ тегишли яшовчанлик коэффицентларининг кийматлари.

(1) муносибатлар системасидан келиб чиқадики, биринчидан популяция сонини динамикаси популяция зичлигидан боглик факторлар билан аникланади, қачонки $\alpha(A(t)) \rightarrow \max$ ва популяция зичлиги узининг мумкин булган юкори чегарасидаги даражасига етган пайтда, колган хамма холларда асосий ролни зичликдан боглик булмаган факторлар хал килувчи рол уйнайди; иккинчидан, бир томонлама богликлик: $\alpha(A(t)) \Rightarrow \alpha(X(t))$ дан аник куруниб турибди, яъни $\alpha(X(t))$ ни динамикаси $\alpha(A(t))$ функциянинг табиати билан аникланиши.

Шундай килиб, популяция сонини динамикасида асосий ролни шундай типдаги факторлар уйнайдики, қайси фактор буйича хисобланган яшовчанлик коэффиценти \min кийматга эга булса, яъни факторларнинг таъсири Либихни "Минимум конуни"га биноан юз беради.

Экологик факторларнинг ўзаро таъсири ўрганилаётганда, Хатчинсоннинг "Фундаментал экологик ниша" тушунчаси мухим рол уйнайди [7].

Хатчинсоннинг таърифига кура экологик ниша - атроф мухит узгарувчиларнинг: физик, химик ва биологик факторларининг хамма диапазонларида каралаётган турнинг шу факторларга нисбатан мосланиши ва шулар таъсири остида яшаши ва узок вақт давомида авлод алмашилиб туришига айтилади. Умуман олганда, хар бир атроф мухит узгарувчисининг маълум бир градиент ва хар бир турни маълум бир градиент буйича узининг фаоллиги ёки муво-занатли диапазони мавжуд деб хисоблашимиз мумкин.

Хатчинсоннинг фундаментал экологик ниша таърифи асосида куйидаги гипотезани юритишимиз мумкин: атроф мухитни n та узгарувчиларини (факторларини) биргаликда караш n - улчовли фазонинг караш билан тенг кучлидир. Бунда экологик нишани n - улчовли факторлар фазосидаги маълум бир гиперобласт (соха) деб караш мумкин. Индивид ёки турнинг мавжудлик шароитини аниклаш - n -улчовли факторлар фазосидаги маълум бир областни (сохани) аниклаш демакдир, n -улчовли факторлар фазосидаги маълум бир областни (сохани) аниклаш - n -улчоали фазода атроф мухит факторларини узаро таъсирини аниклаш демакдир. Бунда факторлар узаро боглик эмас деб тушунилади.

Фараз киламизки, бизга атроф мухит факторларини маълум бир туплами берилган $A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)$ ва шу факторлар буйича тегишли яшовчанлик коэффицентлари хам берилган деб: $\alpha_1(A^1(t)), \alpha_2(A^2(t)), \dots, \alpha_n(A^n(t))$ - монотон эгри чизикли функциялар, ки хар бири куйидаги тенгсизликни $0 < \alpha_i(A^i(t)) \leq 1, i = \overline{1, n}$ каноатлантирилсин.

Факторларнинг бир биридан богликлик эмаслигини назарга тутган холда уларни n - улчовли фазодаги узаро таъсирини куйидаги цилиндрларни узаро кесиши сифатида тушиниш мумкин.

$$H_1 = \{\alpha_1(A^1(t)) \mid A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)\}$$

$$H_2 = \{\alpha_2(A^2(t)) \mid A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)\}$$

.....

$$H_n = \{\alpha_n(A^n(t)) \mid A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)\}$$

буерда, $A^i(t) \in R, i = \overline{1, n}$ бошка сузлар билан айтганда, атроф мухит факторларини биргаликдаги узаро таъсири яшовчанликни бази бир гиперхажми аниклайди, яъни $H = \bigcap_n H_r$. Бу эса уз навбатида вақтнинг t моментидаги минимал яшовчанлик гиперхажми хисобланади. Бундай гиперхажм сиртини (Н) хар бир нуктаси куйидагича аникланади:

$$\alpha(A^1(t), A^2(t), \dots, A^n(t)) = \min\{\alpha_1(A^1(t)), \alpha_2(A^2(t)), \dots, \alpha_n(A^1(t))\} \quad (2)$$

буерда $A^i(t) \in R$. (2) формула популяция индивидларини яшовчанлигига атроф мухит факторларининг комплекс таъсирини аниқлайди.

Экологик факторларнинг ўзаро таъсири табиатини ҳисобга олган ҳолда, яъни аддитивлик, синергизм ва антогонизмни, ҳал қилувчи яшовчанлик коэффициентлари ҳар учала ҳолда қўйидаги тенгсизликни қониқтириши керак:

$$\alpha(A_{\text{син}}(t), n) < \alpha(A_{\text{ад}}(t)) < \alpha(A_{\text{ан}}(t), n),$$

буерда n - қаралаётган уюшмадаги факторларни сони.

Юқоридагиларни назарга тутган ҳолда яшовчанлик коэффициентини ҳар учала ҳол учун (аддитивлик, синергизм ва антогонизм эффектлари учун) аниқ қурилишини қўйидагича ёзиш мумкин:

1) аддитивлик учун $\alpha_i(A^i(t)) = \exp(-\beta\Delta a_i(t))$,

2) синергизм учун $\alpha_i(A^i(t)) = \exp(-\beta\Delta a_i(t)n)$,

3) антогонизм учун $\alpha_i(A^i(t)) = \exp(-\beta\Delta a_i(t)/n)$.

Юқорида баён қилинган экологик факторларнинг ўзаро таъсирини математик тадқиқотига асосан "Бейсик" алгоритмик тилда программа ёзилган. Бу программа экологик факторларни ўзаро таъсирини урганишни имитацион модели ҳисобланилади. Бундай имитацион модел қўйидаги амалий масалаларни ечишда қўлланилади: ишлаб чиқариш районларидаги атмосферанинг ифлосланиш даражасини ҳисоблашда; регионни экологик районлаштиришда; ишлаб чиқариш объектларини оптимал жойлаштириш проектларида; турни ареал бўйича тарқалишни ҳисоб қилишда; ҳарқандой табиий ва сунъий офатлар учун экологик сезгирликни баҳолаш ва ҳоказоларни ҳал қилишда. Юқорида баён қилинган мисолларнинг натижалари тақлиф қилинган экологик факторларнинг ўзаро таъсирини акслантирувчи математик тадқиқотларимизни тўғри эканликларини тасдиқлайди.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳолашни уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан қўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Имитацион моделлаштириш аналитик моделлаштиришдан фарқи нимада?
2. Экологик омилларни класификациясини тушунтиринг.
3. Яшавчанлик функциясини тушунтиринг.
4. Экологик ниша тушунчасини тушунтиринг.
5. Яшавчанлиг гиперҳажм деганда нимани тушунаси?

14-мавзу. Ҳисоблаш экспериментларини ўтказишни таҳлили ва уни тиббиёт амалиётидаги роли. 2 соат.

Ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш. Аналитик моделларнинг текшириш ва уларни урганиш усуллари билан биз 3 бобни 5 параграфида ва 4 бобда батафсил танишиб чиқдик. Имитацион моделларни текшириш усуллари аналитик моделларни текшириш усуллари билан фарқли уларок. Имитацион моделларни текшириш ва урганиш усули ҳисоблаш экспериментига асосланган.

Ҳисоблаш эксперименти куйидаги этаплардан иборат: 1) Моделни ҳақиқий объект билан мувофиқлаштириш; 2) Модел параметрларини аниқлаш ва баҳолаш; 3) Прогнозлаштириш масалаларни бажариш; 4) Ҳисоблаш натижаларини таҳлил қилиш ва қайта ишлаш ва 5) Реал объектни урганиш мақсадида имитацион моделда ҳар хил илмий тадқиқотларни ўтказиш.

Юқоридаги баён қилинган масалаларга алоҳида тухтаб утамиз.

1) Моделни ҳақиқий объект билан мувофиқлаштириш. Бу этапда асосан бизни қурган имитацион моделимиз урганилаётган объектимиз аниқ акслантирадими ё йукми деган саволга жавоб ахтарилади. Мувофиқлик деганда микдор жиҳатдан эмас балки сифат жиҳатдан имитацион модел натижаларининг ҳақиқий объектда кузатиш натижалари билан ухшашлиги, бир хил йуналишлиги ва ҳоказолар тушунилади.

Бунда ўтказилган математик тадқиқотлар асосида бирор-бир қулай алгоритмик тилда компьютер учун программа ёзилади. Ёзилган программа ва тегишли берилганлар асосида компьютерда бизни қизиқтирган ҳисоблашлар бажарилади. Олинган натижа ҳақиқий объектда кузатилган берилганлар билан солиштирилади. Қиёси анализ натижаси асосида: Агар мувофиқлик урнатилмаган бўлса қайтиб программага ёки математик ёзувларга базибир ўзгартиришлар киритиб қайтиб ҳисобга берилади ва яна қиёси анализ ўтказилади. Бу процесс бир неча марта ўтказилади, то ки урганилаётган объект ва имитацион модел орасида мувофиқлик урнатгунча.

Қиёси анализ натижасида имитацион модел ва унинг ҳақиқий объекти орасида мувофиқлик урнатилган бўлса имитацион экспериментни иккинчи этапга ўтилади.

2) Модел параметрларини баҳолаш. Бу этапда асосан имитацион модел натижаларини на факат сифат жихатдан балки миқдор жихатдан ҳам хақиқий объектни кузатиш натижалари билан яқинлаштириш масаласи хал қилинади.

Бунда имитацион моделга объектни динамикасини характерлайдиган баъзи-бир параметр ёки каталиклар ҳисобга олинганки уларни хақиқий объектни кузатилаётганда табиий экспериментларда аниқлаб бўлмайди. Бундай параметрларни аниқлаш бажаралаётган илмий ишнинг энг асосий ва магзи ҳисобланади. Моделлаштиришнинг мақсади табиий экспериментларда аниқланиши мумкин бўлмаган ана шундай параметрларни аниқлашдан иборатдир. Бу параметрлар қуйидагича баҳоланади: аввал бундай параметрларга мантиқан мумкин бўлган бирор-бир қиймат берилади. Ҳисоблаш эксперименти компьютерда бажарилади. Натижа хақиқий объектни кузатишлари билан солиштирилади, ва шу қиёси анализ натижаси асосида урганилаётган параметрга кейинги қиймат берилиб курилади ва яна ҳисоблаш эксперименти утказилади. То маълум бир керакли яқинликга эришилгунча бу процесс давом этилади. Керакли яқинликга эришилган ҳисоблаш экспериментидаги параметрнинг қиймати урганилаётган параметр-мизнинг хақиқий қийматига яқин қиймат деб қабул қиламиз ва шу параметрнинг узғариш интервалини аниқлаймиз. Кейинги қадам аниқланган параметрнинг урганилаётган объектимишга нисбатан характерлашимиз, яъни физик маъносини тушунтира олишимиз керак.

Агар урганилаётган моделда параметрлар ёки катталиклар куп бўлса, унда тамоман параметрларни баҳолаш масаласи қийинлашади. Чунки то ҳозиргача математик моделлаштириш назариясида моделдаги бир неча параметрларни биргаликда баҳолаш проблемаси ечилмаган, очик турибди. Амалдаги бундай ҳолларда моделни алоҳида блоklarга бўлиб ҳар бир блокдаги параметр алоҳида баҳоланади. Бу йул жуда куп ҳолларда параметрларни купол баҳолашга олиб келади. Баъзи-бир ҳолларда элементар зарчалар физикаси соҳасида параметрларни биргаликда баҳолаш ишлари утказилган, бунда бир параметр баҳолаганда қолганлари узгармасдан сакланади ва бу процесс жуда куп қайтарилади то керакли натижа олгунча.

Биринчи ва икинчи этапда бажарилган ишлар имитацион моделлаштиришда идентификациялаш деб аталади.

3) Прогнозлаштириш масалаларини бажариш. Имитацион моделлаштиришнинг бу этапида биз идентификациялаштрилган моделимишнинг идентификация жараёнида ишлатилмаган объект берилганлари буйича ҳисоблаш экспериментини утказамизки, бу процесс верификация дейилади. Бу жараён моделлаштиришда реал объектни баъзи-бир ҳисобга олинмаган (табиий экспериментда очикдан очик кузга ташланмаган) табиатини урганишдан иборатдир. Бундай ҳисоблаш экспериментлари объектни бир неча ҳар хил гуруҳ берилганлари учун утказилади. Ана шу жараёнда модел билан реал объект динамикаси орасида керакли даражадаги яқинликга эришилса, унда бизни қурган моделимиш реал объект динамикасини акслантира олади дейи-

шимиз мумкин, агар керакли даражадаги якинлик урнатилмаса демак моделимизни кайта куриб чикишга тугри келади. Бунда яъна кайтадан хамма юкоридаги жараёнлар кайтарилади.

4) Хисоблаш натижаларини кайта ишлаш, анализ килиш ва хулоса чикариш. Бу этапда верификация утказилган имитацион моделни амалда куллаш андозалари ишлаб чикилади, яъни имитацион модел натижаларини кулай куринишини танлаш, имитацион модел натижаларидан кандай янги хулосалар олиш мумкин (эксперт масаларини ечиш булган хисоблаш экспериментларни ишлаб чикиш), имитацион модел натижаларидан кулай графикавий диаграмалар ва таблицалар куринишидаги информацияларни олиш йулларини ахтариш, прогнозлаштиришни хисоблаш экспериментларини андозасини ишлаб чикариш ва хоказолар киради.

5) Реал объектни урганиш максадида имитацион моделда хар хил илмий тадкикотларни утказиш.

Жуда куп холларда реал объект устида табиий экспериментларни утказиш мумкин эмас ёки тамоман иложи йук. Масалан, янги химик препаратларни табиий холда усимикларга еки хашаротларга таъсирини урганиш (экосистемасини ифлосланиши, бир томонлама жараёнларни руй бериш мумкинлиги, коммулятивлик хоссасига эга булиш мумкинлиги ва хоказолар), ер иклимини глобал масштабда урганиш, биосферани урганишда, давлат иктисодиетини урганишда, куёшдаги термодинамик реакцияларни урганишда, ядро физика объектларни (глюонларни, кварклар) ва хоказоларни урганиш жараёнларида. Ана шундай холатларда имитацион моделда хар хил мантикан мумкин булган хисоблаш экспериментларни утказиш жуда кул келади ва бирдан бир тадкикот утказиш методи булиб хизмат килади. Бундай хисоблаш экспериментларига мисол плазма жараёнини урганишдаги Т - каватни аникланиши, синергетик (уз-узидан шаклланиш назарияси) сохасидаги хисоблаш экспериментлари ва хоказолар мисол булиб олади.

Минимал яшовчанлик фазоси. Ушбу бобнинг экологик омилларни ўзаро таъсир табиатини яшовчанлик гиперфазосини баён қилишдан ва яшовчанлик коэффиценти функциясининг янгича таърифини - экологик омилларни комплекс таъсирдан фойдаланган холда тушунтиришга харакат қиламиз.

Бундай ёндашиш бизни қизиқтирадиган жойни характерловчи экологик омилларнинг комплекс таъсири бўйича натижавий яшовчанлик коэффицентини ҳисоблашга имконият яратади, қўйидаги кўринишда:

$$\alpha(A(t)) = \min\{\alpha_1(A_1(t), n), \alpha_2(A_2(t), n), \dots, \alpha_n(A_n(t), n)\}.$$

Бу ифодадада фазонинг хар бир нуқтасини характерловчи бир гуруҳ экологик омилларга ягона натижавий яшовчанлик коэффицентини мослик қўйилиши. Шундай қилиб фазони хар бир нуқтасини тегишли натижавий яшовчанлик коэффиценти орқали характерлаш мумкин. Бундай ёндашиш кўпинча амалий экологик масалаларни ечишда катта имконият яратади.

Вақтни ҳар қандай маълум моментларида бизни қизиқтирган яшаш жойини тегишли координаталаридаги атроф муҳит омилларининг қийматларини билган ҳолда биз мумкин бўлган минимал яшовчанлик фазосини аниқлашимиз мумкин. Бундай фазони шартли равишда минимал яшовчанлик фазоси деб айтаемиз. Минимал яшовчанлик фазоси ҳамма вақт экологик омиллар тўпламидаги чекловчи омили орқали аниқланади.

Бу мақсадда аваломбор берилган тўплани ҳар бир экологик омиллари бўйича яшовчанлик коэффиценти ҳисобланади, тўпланидаги экологик омилларни сонини эффектини ҳисобга олган ҳолда, қўйидагича:

- 1) аддитивлик шартида $\alpha_i(A_i(t), n) = \exp(-\beta \Delta a_i(t))$,
- 2) синергизм шартида $\alpha_i(A_i(t), n) = \exp(-\beta \Delta a_i(t) \cdot n)$,
- 3) антогонизм шартида $\alpha_i(A_i(t), n) = \exp(-\beta \Delta a_i(t) / n)$,

бунда $i = \overline{1, n}$; Δa_i - оптимал қийматдан четланиш миқдори; омилларнинг ҳар қандай комбинацияси учун $0 < \alpha_i(A_i(t)) \leq 1$ бажарилши шарт.

Яшаш жойини координаталари бўйича берилган комплекс экологик омиллар бўйича натижавий яшовчанлик коэффиценти қўйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$\alpha(A_{x,y}(t), n) = \min\{\alpha_1(A_{x,y}^1(t), n), \alpha_2(A_{x,y}^2(t), n), \dots, \alpha_n(A_{x,y}^n(t), n)\},$$

бунда x, y - яшаш жойи нуктасининг координаталари, $(A_{x,y}(t), n) = \{A_{x,y}^1(t), \dots, A_{x,y}^n(t), n\}$.

Юқорида келтирилган экологик омилларнинг ўзаро таъсирини уч хил (аддитивлик, синергизм ва антогонистик) ҳолатидаги натижавий яшовчанлик коэффиценти қўйидаги тенгсизликни қаноатлантириши лозим:

$$\alpha(A_{an}(t), n) < \alpha(A_{ao}(t)) < \alpha(A_{сун}(t), n).$$

Минимал яшовчанлик фазосини ҳисоблаш мақсадида махсус компьютер дастур CMSS (Computation minimal space of survival) яратилган (Гуламов, 1995). CMSS дастури олдинги бобларда келтирилган алгоритмлар асосида қурилган, CMSS дастури BASIC ва Maple 7 алгоритмик тиларида мавжуд.

Бизни қизиқтирган яшаш жойини атроф муҳит омиллари ва биологик объект бўйича ҳамма тегишли берилганлар CMSS дастурига критилади, натижада биз тегишли биологик объект бўйича минимал яшовчанлик фазосини график ва жадвалли кўринишини олишимиз мумкин. Бундай ёндашиш бизни қизиқтирган ҳар қандай яшаш жойи ва биологик объект учун атроф муҳит омилларининг типи ва сонига боғлиқ бўлмаган ҳолда яшовчанлик фазосини тез ва аниқ ҳисоблай оламиз. Агар биз маълум бир яшаш жойи учун вақтни ҳар хил моментларидаги атроф муҳит омилларини ўлчаб маълум биологик объект бўйича берилганларни дастурга киритсак, натижада бизни қизиқтирган объектнинг яшовчанлик фазосини динамикасини кузатишимиз мумкин.

Ана шундай тарзда мавжуд шароит учун ҳисобланган яшовчанлик фазоси популяция индивидлари сони аниқланади ва популяция индивидлари максимал сиғдирувчи яшаш жойи бўлиб хизмат қилади.

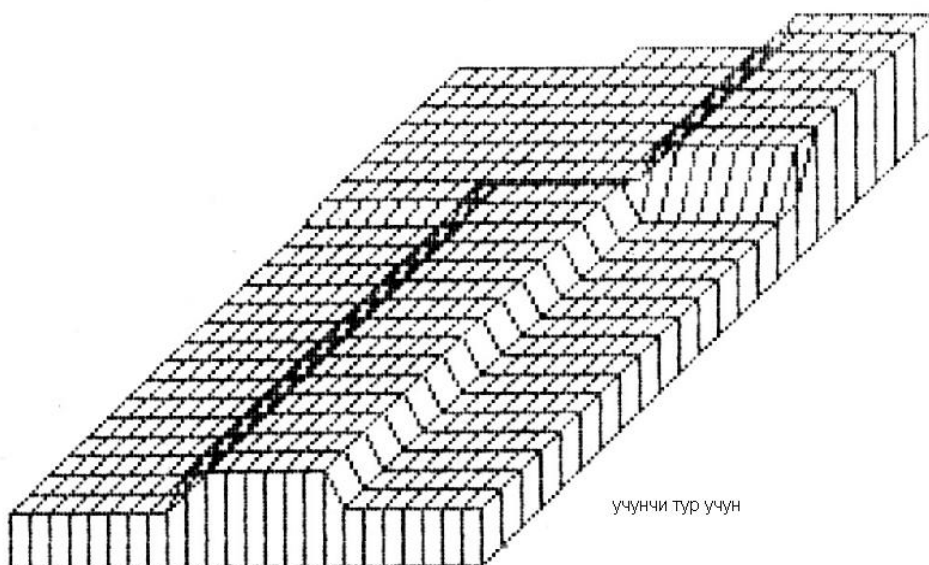
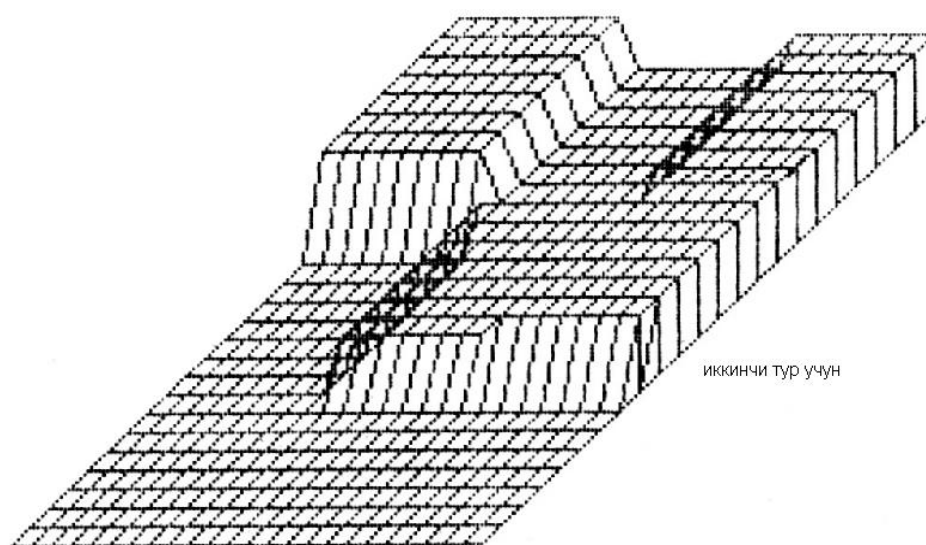
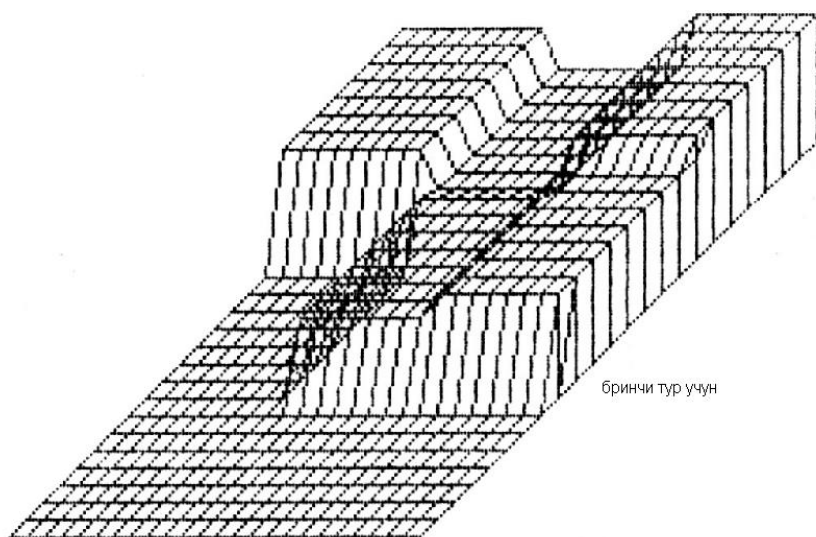
Гипотетик характерга эга бўлган мисолни қараб чиқамиз. 60x60 кв. км яшаш жойи берилган бўлсин. Берилган жойни 20x20 кв. км ўлчамдаги квадратларга бўлиб чиқамиз, ҳар бир квадрат ҳудудида атроф муҳит омиллари бир хил деб шартлашамиз. Шундай қилиб, 9 та квадрат ҳосил қиламиз. Бу дегани яшаш жойини 9 та квадрат бўйича алоҳидалиқда атроф муҳит омиллари бўйича берилганларни йиғиш керак. Фараз қиламизки ҳар бир квадрат 7 ҳар хил атроф муҳит омиллари билан характерлансин: $(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7)$, бунда $A_i \in R, i = \overline{1,7}$, яъни ҳар бир квадрат муҳити 7 омил билан аниқланади. Ҳар бир квадрат учун атроф муҳит омилларини берилганлари 1 жадвалдагидай берилган бўлсин. Масала қўйидагича қўйилади: 60x60 кв. км даги жойда уч хил тур интродукция қилинади. Ҳар бир турга тегишли атроф муҳит омилларига нисбатан оптимал қийматлар 2 жадвалдагидай берилган бўлсин. Қайси тур учун бизни қизиқтирган жой (60x60 кв. км) яшаш учун қулай ва турларни алоҳидалиқда яшаш жойи бўйлаб хизмат қилади. Жадвалдаги берилганларни CMSS дастурига киритиб қўйидаги натижаларни оламиз, натижалар уч ўлчамли фазовий график кўринишда келтирилган (1-расм).

1-жадвал

A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
5	12	15	18	17	14	16
10	12	13	16	21	23	18
19	13	14	21	23	25	27
30	21	16	17	13	17	18
23	20	16	21	25	26	28
21	16	25	12	18	16	14
16	17	13	18	21	23	27
1	17	13	18	21	23	27
21	12	15	16	18	19	16

2-жадвал

Оптимал параметрлар	1 – тур	2 – тур	3 – тур
A_1	5	0	8
A_2	15	10	16
A_3	10	20	27
A_4	25	15	25
A_5	12	12	18
A_6	23	23	13
A_7	21	21	11



4-расм. Минимал яшавчанлик фазоси

Олинган натижалардан кўриниб турибдики, яшаш жойи учинчи тур учун бошқа турларга нисбатан энг кулай экан.

Бундан ташқари юқорида баён қилинган ёндашиш экологик хариталарни чизишда энг қулай усуллиги кўриниб турибди. Экологик хариталарни маъноси тематик хариталарни тузиш, қаерда экосистемаларни ўзгаришини прогнозлаштириш ва баҳолашлар акслантирилган бўлиши мумкин.

Эслатма: Ҳар бир талаба маъруза ва амалий матнларда келтирилган мисоллардан ташқари ўз мисолини келтирсин. Талаба жавобларини баҳолаши уни келтирилган мисолларини маъносига ва тушунтиришига қараб баҳоланади. Ўхшаш мисоллар ҳисобланмайди, буни эсдан чиқарманг. Айнан бир хил бир биридан кўчирилган жавоблар ҳам ҳисобланмайди.

1. Ҳисоблаш экспериментини зарурияти нимадан иборат?
2. Ҳисоблаш экспериментларини тиббиётдаги ролини тушунтиринг.
3. Минимал яшовчанлик фазоси деганда нимани тушунаси?
4. турларни ареал бўйича тақсимланишга доир мисолни хулосасини баён қилинг.

5. Мустақил таълим машғулотлари

1. Тиббий биологик объектларни хусусиятлари, уларни баҳолаш усуллари.
2. Моделлаштириш турлари, усуллари, элементлари ва воситалари ва бошқалар.
3. Биологик, тиббий системаларда математик моделлаштириш методларини қўллаш, тадқиқ қиланётган объектни экспериментал баҳолаш методикаси.
4. Монте-Карло методи ёрдамида объектни моделлаштириш.
5. Биологик ва тиббий кибернетикани ўрганишда моделлаштиришнинг ўрни ва аҳамияти.
6. Биологик ва тиббий жараён ва системаларни текшириш масалаларида математик моделлаштириш воситалари ва методларини қўллаш.

Шунингдек талабанинг мустақил иши бўлиб:

- График органайзерларни ишлаб чиқиш ва тўлдириш;
- Кроссвордлар тузиш ва ечиш;
- Презентация ва видеороликлар тайёрлаш ҳамда мустақил иш жараёнида кенг қўллаш ва ҳ.к.

6. Глоссарий

Ўзбек тилида:

1. **Аломат** – бу предметни шундай бир хусусиятики (кўрсатгичи) вақт давомида ўзгаришлар динамикасини ёки бир тажрибадан иккинчисига ўтганда ўхшаш объектларни бир биридан фарқини ифодалайди.
2. **Берилганлар** – у ёки бу кузатиш жараёнида тўплаган миқдорий ёки сифат кўрсаткичларни йиғиндиси.
3. **Берилганларни қайта ишлаш** – кузатиш жараёнида йиғилган берилганларни маълум бир усулда анализ қилиб объект ҳақида янги маълумотларни қўлга киритишига айтилади.
4. **Вариация** – ҳар қандой предметни, ҳодисани динамик ёки статистик ўзгаришлари.
5. **Гипотеза** – бирор бир ҳодисани тушунтириш мақсадида юритилган илмий тахмин бўлиб, тажрибада текширишни ва назарий асослашни талаб қилади, тўлиқ илмий назарияга айланиш учун.
6. **Гуруҳлаш** – маълум бир аломатга кўра элементларни саралаш.
7. **Дисперсия** – ўртачага қийматга нисбатан ёйилиш, оғиш ҳодисаси.
8. **Кузатиш** – бирор бир физик, биологик объект ёки жараёнларни маълум бир вақт давомида ўзгариш ёки ўзгармаслигини маълум бир кўринишда қайд қилиб бориш.
9. **Симметрия** – объект, ҳодиса, ўзгарувчиларни маълум бир кўрсаткичларига нисбатан миқдорий ўлчамларини мувофиқлиги.
10. **Статистика** – объект, ҳодисаларни вақт давомидаги кузатилган миқдорий ўлчамларини маълум бир кўринишда ифодаланиши.
11. **Тақсимот** – бирор бир предмет ёки ҳодисани миқдорий кўрсаткичларини маълум бир қонун қоидага биноан ифодаланиши.

12. **Тўплам** – ўзаро маълум бир муносибатда бўлган элементлар, предметлар ёки объектлар йиғиндиси.
13. **Эмпирика** – атроф муҳит объект, ҳодисаларини кузатилишидан ортирган тажрибани ифодаланиши

Н русском:

1. **Знак** — такое свойство предмета, что при динамических изменениях или при переходе с одного эксперимента в другую показывает разницу их состояния.
2. **Данные** – сумма численных или качественных показателей собранных в том или ином процессе наблюдений.
3. **Обработка данных** - получения новых сведений в процессе обработки собранных данных о наблюдаемом предмете по определенному методу.
4. **Вариация** - динамическое или статистическое изменение любого предмета.
5. **Гипотеза** – это любые предлагаемые научные предположения для объяснения того или иного события, которые требуются экспериментальное или теоретическое доказательство для становления полноценной научной теории.
6. **Группировать** – выборка элементов по определенным свойствам, знакам.
7. **Дисперсия** – свойства рассеивания, отклонения относительно среднего арифметического.
8. **Наблюдение** – фиксирование изменения или неизменения показателей физического, биологического объекта или события в какой-либо форме в период определенного времени.
9. **Симметрия** – пропорциональное расположение частей объекта, обеспечивающее его неизменность при каких-либо преобразованиях.
10. **Статистика** – представление данных наблюдений количественных показателей объекта или события в определенной форме за период определенного времени.
11. **Распределение** – описание по определенному правилу количественных показателей, какого-либо объекта или события.
12. **Множество** – сумма элементов, объектов или предметов, которые находятся в определенном отношении.
13. **Эмпирика** – описание приобретенных экспериментальных наблюдений объектов или событий окружающей среды.

In English:

1. Sign - is such a property of an object that during dynamic changes or when moving from one experiment to another, it shows the difference in their state.
2. Data - the sum of the numerical or qualitative indicators collected in a particular process of observations.
3. Data processing - obtaining new information in the process of processing the collected data about the observed object according to a certain method.
4. Variation - dynamic or statistical change in any subject.
5. Hypothesis - any proposed scientific assumptions to explain an event that requires experimental or theoretical proof for the formation of a full-fledged scientific theory.
6. Group - selection of elements by certain properties, signs.
7. Dispersion - properties of dispersion, deviation relative to the arithmetic mean.
8. Observation - fixing changes or unchanging indicators of a physical, biological object or an event in any form during a certain period of time
9. Symmetry - a proportional arrangement of parts of an object, ensuring its invariability under any transformations.
10. Statistics - presentation of observation data of quantitative indicators of an object or event in a certain form for a period of a certain time.
11. Distribution - descriptions according to a certain rule of quantitative indicators, any object or event.
12. Set - the sum of elements, objects or objects that are in a certain relation
13. Empiricism - a description of acquired experimental observation of objects or events in the environment.

7. Илова

Биология ва тиббиётда математик моделлаштириш фанидан тест саволлари

1. Бир объектни бошқа бир объект билан мослик ўрнатишдан мақсад

- А. Ривожлантириш
- Б. Қўпайтириш
- В. Ўрганиш
- Г. Саралаш

2. Ўрганишнинг асосий усули бу:

- А. Расмини чизиш
- Б. Видиога олиш
- В. Кузатиш
- Г. Бир объектни боқа бир қулай объектга мослик ўрнатилиши

3. Бир объектни боқа бир объектга мослик ўрнатилиши нимага олиб келиши мумкин?

- А. Абстракланишга
- Б. Аниқликга
- В. Номалумликга
- Г. Ҳеч нимага

4. Жамиятни фикрини абстрактланишини аввалги ва асосий зиналари нималардан иборат эди?

- А. Форларда яшашида
- Б. Сонлар системасини ва улар устида бажариладиган амалларни пайдо бўлишида
- В. Ов қилишни бошлашида
- Г. Оловни ихтиро қилишида

5. Абстракция нима?

- А. Абсалют
- Б. Хаёлан
- В. Ўрганилаётган объектни иккинчи даражали хоссаларидан узоқлашган ва асосий моҳиятини англатадиган мавҳум тушунча
- Г. Фикримиз

6. Абстракт тушунчани аниқланг

- А. Баландлик
- Б. Ҳажм
- В. Кенглик
- Г. Тезлик

7. Абстракт тушунчани аниқланг

- А. Тезланиш
- Б. Узунлик
- В. Муз

Г. Олма

8. Абстракт тушунчани аниқланг

А. Учбурчак

Б. Нуқта

В. Узунлик

Г. баландлик

9. Абстракт тушунчани аниқланг

А. Олмани расми

Б. Олма дарахти

В. Графика

Г. Балиқ

10. Абстракт тушунчани аниқланг

А. Учбурчак

Б. кўпбурчак

В. Параллелолипед

Г. Функция

11. Абстракт тушунчани аниқланг

А. Йиғинди

Б. 2 кг картошка

В. Олмалар тўдаси

Г. Қум тўдаси

12. Абстракт тушунчани аниқланг

А. Ручка

Б. Муҳаббат

В. Қути

Г. Китоб

13. Абстракт тушунчани аниқланг

А. Ўрмон

Б. Чўл

В. Экосистема

Г. Денгиз

14. Абстракт тушунчалар тили бу:

А. Графика

Б. Физика

В. Музыка

Г. Математика фани

15. Математика нимани ўрганади?

А. Абстракт миқдорий моделларни куриш ва улар орасидаги муносибатларни ўрганади

Б. ўлчашни

В. ҳисоблашни

Г. Чизмасини чизишни

16. Атроф муҳитни доимо ўрганишни сабаби нимада?

А. Фойда ланиш мақсадида

- Б. Атроф муҳитни доимо ўзгарб туришида
- В. Ўрганиш мақсадида
- Г. Дам олиш мақсадида

17. Акслантириш нима?

- А. Расмини чизиш
- Б. Ўлчаш
- В. Моделлаштириш
- Г. Билиш

18. Моделни тарифини аниқланг

- А. Нусха
- Б. экземпляр
- В. кичиклаштирилган кўриниши
- Г. Бу шундай моддий ёки мавҳум объект бўлиб ўрганиш ва тадқиқот ўтказишга жуда ҳам қулай объект

19. Қайси соҳаларда умуман тажриба ўтказиб бўлмайди бу:

- А. Биосфера миқёсида
- Б. экосистемада
- В. чўлда
- Г. дарёда

20. Қайси соҳаларда умуман тажриба ўтказиб бўлмайди бу:

- А. Ойда
- Б. Куёшда
- В. Марсда
- Г. Ҳавода

21. Реал ва реал бўлмаган тажрибаларни ўтказишга энг қулай объект бу:

- А. пахта майдони
- Б. Чўл экосистемаси
- В. Объектни математик модели
- Г. Лабораторияларда

22. Моделлаштириш ёрдамида асосан нимани ўрганиш мумкин?

- А. архитектурасини
- Б. Схемасини
- В. Копиясини
- Г. Реал объектни бошқариш механизмларини

23. Моделлаштириш ёрдамида асосан нимани ўрганиш мумкин?

- А. Реал объектни структурасини
- Б. Объект ҳажмини
- В. Объект ўлчамларини
- Г. Объект рангини

24. Моделлаштириш ёрдамида асосан нимани ўрганиш мумкин?

- А. Объектни тезлигини
- Б. Реал объектни ривожланиш қонунларини
- В. Объект схемасини
- Г. Нусхасини

25. Моделлаштириш ёрдамида асосан нимани ўрганиш мумкин?

- А. Объектни нусхаларини ўрганиш
- Б. Объектни қулайлигини ўрганиш
- В. Объектни бошқаришини ўрганиш
- Г. Объектни фойдалигини ўрганиш

26. Моделлаштириш ёрдамида асосан нимани ўрганиш мумкин?

- А. Объектдан фойдаланишни
- Б. тезлик қонунларини
- В. Бошқаришни оптимал ҳалларини ўрганиш
- Г. Магнит майдонини

27. Нима учун ҳақиқий объектдан уни моделига ўтиш қулай?

- А. чунки модел уни нусхаси
- Б. чунки модел уни экзепляри
- В. тез ўрганиш мақсадида
- Г. Вақт ва иқтисод жиҳатдан

28. Эментни тарифини аниқланг:

- А. Шартлашган, бўлинмас бирлиг
- Б. Бўлинмас бирлик
- В. энг кичик бирлик
- Г. Энг кичик бўлганлиги сабабли

29. Структура тарифини аниқланг:

- А. Элементлар тўдаси
- Б. Бирор бир нарсани элементларини ўзаро жойланиши ва улар орасидаги боғлиқликни билдирадиган тузулиш
- В. Объект схемаси
- Г. Объект модели

30. Объект тарифини аниқланг:

- А. Экосистема
- Б. Популяция
- В. Бирор бир элемент ёки элементлар тўпламидан иборат бўлиб, бирор бир фаолият жойи бўлиб хизмат қилади
- Г. Элементлар тўплами

31. Система тарифини аниқланг:

- А. Система бу схема
- Б. Система бу элементлар тўплами

В. Маълум бир структурага эга бўлган тўплам элементларини ўзаро жойланиши

Г. Маълум бир структурага эга бўлган тўплам элементларини ўзаро жойланиши ва бир бутун намоён бўлиши

32. Элементга доир мисолни аниқланг

А. Экосистемани элементлари: продуцентлар, консументлар, редуцентлар

Б. Зоофаглар, паразитлар, симбиотрофлар

В. Атом, молекула,

Г. Ер, Қуёш, Марс

33. Структурага доир мисолни аниқланг:

А. Ҳашарот расми

Б. Электрон ўз атом ядроси атрофида айланади, улар ўзаро ядровий кучлар орқали боғланган

В. Ҳужайра

Г. Қон айланиш схемаси

34. Объектга доир мисолни аниқланг:

А. Илон этомологни объекти

Б. Чўл

В. Океан океонологни объекти

Г. Дарё

35. Системага доир мисолни аниқланг:

А. Қон айланиш схемаси

Б. Ҳужайра

В. Электрон ўз атом ядроси атрофида айланиши

Г. Экосистема

36. Объект моделини тарифини аниқланг:

А. Реал объектнинг маълум бир структурага эга бўлган, тажриба учун қулай, ўрганишга осон, бошқа бир объект билан алмаштириб ўрганиш

Б. объектни нусхаси

В. Объектни расми

Г. Айнан объектга ўхшаган бошқа бир объект

37. Объект моделига доир мисолни аниқланг:

А. Ҳар хил иқлимга экилган пахта майдонлари

Б. Синашга доир пахта майдони ҳақиқий пахта майдонини модели ҳисобланади

В. бир турдаги ҳар хил популяциялар

Г. Ғилоф пичоқ модели

38. Моделлар неча гуруҳга классификациланади

А. 2

Б. 4

В. 3

Г. 1

39. Моделлар классификациясини аниқланг:

А. Биологик

Б. химик, физик, гуманитар

В. эҳтимолий, эҳтимолсиз

Г. Физикавий, графикавий ва математик моделлар

40. Физикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Физик қонунлар

Б. Химик катталиклар

В. физик бирликлар

Г. Физик тажрибалар

41. Физикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Химик тажрибалар

Б. Физик қонунлар

В. Химик катталиклар

Г. Математик функциялар

42. Физикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Математик қонунлар

Б. Биологик тажрибалар

В. Графикавий объектлар

Г. таблицалар

43. Физикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Математик функциялар

Б. Физик ўзгармасликлар

В. Экологик тажрибалар

Г. Ракета схемаси

44. Графикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. математик функциялар

Б. математик катталиклар

В. Физик каттакликлар

Г. Схемалар

45. Графикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Илмий асарлар, расмлар

Б. лаборатория тажрибалари

В. Синашга доир пахта майдони

Г. макетлар

46. Графикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Меваларни муляжи

Б. Ҳар хил графикавий чизмалар

В. Ҳайвонлар муляжи

Г. Сунъий материал

47. Математикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. лаборатория тажрибалари

Б. Сунъий материаллар

В. Ньютон қонунлари

Г. Расмлар

48. Математикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. илмий асарлар

Б. бадий асарлар

В. химик реакциялар

Г. Кеплер қонунлари

49. Математикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Эйнштейн қонунлари

Б. илмий асарлар

В. Навоий асарлари

Г. Гилберт илмий ишлари

50. Математикавий моделларга доир мисолни аниқланг:

А. Менделеев жадвали

Б. Ҳарқандой математикавий функция бирор бир физикавий, химиявий ёки биологиг жараённи математик моделидир

В. математик амаллар

Г. Тиббиёт қонунлари

51. Реал объектни уни моделида ўрганиш анча қулай, сабаби?

А. тез ўрганиш мумкин

Б. чунки реал объект билан боғлиқликда бўлгани учун

В. Атроф муҳитга боғлиқсиз равишда реал объектни ўрганиш мумкин, реал объектга нисбатан бундай ёндошишни иложи йўқ

Г. Чунки модел реал объектга нисбатан анча кичик

52. Табиатда қандой тажрибаларни умуман бажариш мумкин эмас?

А. океан остида

Б. атмосферада

В. Ер остида

Г. Биосфера миқёсида

53. Табиатда қандой тажрибаларни умуман бажариш мумкин эмас?

А. Қуёшда

Б. Ойда

В. Марсда

Г. Ер остида

54. Математик модел тарифини аниқланг:

А. Реал объектни символларда ифодаланиши

Б. Ҳар қандой объектни математик символларда ва қонун қоидаларга риоя қилинган ҳола баён қилиниши

В. Объектни улчамлари

Г. Объектни характерлайдиган катталиклар

55. Шарча тебранма харакатини математик модели асосида ётган бринчи гипотеза нимадан иборат?

А. $F = F$

Б. $F = at$

В. $F = -F$

Г. $F = -P$

56. Шарча тебранма ҳаракатини математик модели асосида ётган иккинчи гипотеза нимадан иборат?

А. Ньютон қонуни

Б. Гук қонуни

В. Бернули қонуни

Г. Гук қонунига биноан шарчага kx га тенг пружинани эластиклик хоссасидан келиб чиқадиган куч таъсир қилади

57. Шарча тебранма ҳаракатини математик моделини аниқлан:

А. $m \frac{\partial^2 x}{\partial x^2} = -x$

Б. $m \frac{\partial x}{\partial x} = -kx$

В. $m \frac{\partial^2 x}{\partial x^2} = kx$

Г. $m \frac{\partial^2 x}{\partial x^2} = -kx$

58. Шарча тебранма ҳаракатини қонунини аниқлаш мақсадида қандай шартлар қўйилади?

А. Шарчани бошланғич momentiдаги координатаси $x(0) = x_0$ ва тезлиги $\dot{x}(0) = 0$

Б. $x(0) = x_0, \dot{x}(0) = 0$

В. $x(0) \neq x_0, \dot{x}(0) = 0$

Г. $x(0) = x_0, \dot{x}(0) \neq 0$

59. Шарча тебранма ҳаракатини қонунини аниқланг:

А. $x(t) = x_0 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$

Б. $x(t) = x_0 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$

В. $x(t) = x_0 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$

Г. $x(t) = x \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$

60. Популяция математик модели асосида ётган 1 чи гипотезани аниқланг:

А. Популяция индивидлври ареал бўйича бир хел тарқалмаган

Б. Популяция индивидлври ареал бўйича бир хел

В. Популяция индивидлври ареал бўйича бир хел тарқалган

Г. Популяция индивидлври бита ареалда тарқалган

61. Популяция математик модели асосида ётган 2 чи гипотезани аниқланг:

- А. Вақтни ҳар қандой моментида биомассанинг ўсиш тезлиги бор биомассага пропорционал
- Б. Вақтни ҳар қандой моментида биомассанинг ўсиш тезлиги бор биомассага пропорционалмас равишда ўсади
- В. популяция индивидлари ўзаро учрашмайди
- Г. Вақтни ҳар қандой моментида биомассанинг ўсиш тезлиги бор биомассага пропорционал, популяция индивидларининг ўзаро учрашувига тескари пропорционал

62. Популяция математик модели асосида ётган 3 чи гипотезани аниқланг:

- А. Популяция биомассасини ўзгариши узлуксиз
- Б. Популяция биомассасини ўзгариши узлукли
- В. Популяция биомассаси ўзгармайди
- Г. Популяция биомассасини ўзгариши тез тез юз бериши мумкин

63. Популяция математик моделини аниқланг:

- А. $\frac{dx}{dt} = kx - \alpha x$
- Б. $\frac{dx}{dt} = kx - \alpha x^2$
- В. $\frac{dx}{dt} = kx + \alpha x^2$
- Г. $\frac{dx}{dt} = k - \alpha x^2$

64. Популяция биомассасини ўзгариш қонунини аниқланг:

- А. $x(t) = \frac{kx_0 e^{kt}}{k - \alpha x_0 (1 + e^{kt})}$
- Б. $x(t) = \frac{kx_0 e^{kt}}{k + \alpha x_0 (1 - e^{kt})}$
- В. $x(t) = \frac{kx_0 e^{kt}}{k - \alpha x_0 (1 - e^{kt})}$
- Г. $x(t) = \frac{kx_0 e^t}{k - \alpha x_0 (1 - e^t)}$

65. Популяция биомассасини математик моделидан келиб чиқадиган 1 чи назарий хулосани аниқланг:

- А. Популяция сони чексизликгача ўсмайди
- Б. Ҳар қандой популяция ўзининг сони билан характерланади
- В. популяция биомассаси ўзгармас катталик
- Г. Ҳар қандой популяция ўзининг ўртача биомассаси билан характерланади

66. Популяция биомассасини математик моделидан келиб чиқадиган 2 чи назарий хулосани аниқланг:

А. Реал популяция биомассасини тебранишлари, популяция биомассасини маълум миқдордаги четланишларининг ўртача қийматига интилиши натижасидир

Б. популяция биомассаси ўзгармас катталиқ

В. Популяция сони чексизликгача ўсмайди

Г. Ҳар қандой популяция ўзининг сони билан характерланади

67. Популяция биомассасини математик моделидан келиб чиқадиган 3 чи назарий хулосани аниқланг:

А. Ҳар қандой популяция ўзининг сони билан характерланади

Б. Ҳар қандой популяция ўзига хос юқори ва пастги биомасса миқдорига эга

В. Популяция сони чексизликгача ўсмайди

Г. Популяция сони чексизликгача ўсиши мумкин

68. Популяция биомассасини математик моделидан келиб чиқадиган амалий хулосани аниқланг:

А. Популяция биомассасининг ҳосилдорлиги ҳамма вақт эффективли

Б. Популяция сони чексизликгача ўсмайди

В. Популяция биомассасининг ҳосилдорлиги популяция биомассасининг ўртача қийматдан юқори бўлган пайтлардагина эффективли бўлиши мумкин

Г. Популяция биомассасининг ҳосилдорлиги популяция биомассасининг ўртача қийматдан паст бўлган пайтлардагина эффективли бўлиши мумкин

69. Математик моделлар неча хил кўринишга эга?

А. 3 хил кўринишга эга

Б. 1 хил кўринишга эга

В. кўп кўринишга эга

Г. Неча хил математик аппарат мавжуд шунча хел математик модел ҳам мавжуд

70. Қандай қилиб математик модел ва ўрганилаётган объект орасида мувофиқликни ўрнатиш мумкин?

А. Математик модел ва объектни кузатиш натижаларини тақоси анализи асосида

Б. тўғридан тўғри

В. Тажрибалар асосида

Г. Объектни яхши ўрганиш орқали

71. Нима учун объект ва уни математик модели орасида мувофиқлик бўлиши зарур?

А. моделни чиройлилиги учун

Б. Математик моделни амалда қўллаш учун

В. Объектни яхши ўрганиш учун

Г. Объектни ўрганиш учун

72. Ҳар қандой классификациянинг мақсади нимадан иборат?

А. Объектни ўрганиш учун

Б. Математик моделни амалда қўллаш учун

В. Бир бирига ўхшаш объектларни маълум бир аломатларига асосан гуруҳлашдир

Г. Математик моделни қуриш учун

73. Математик моделлар нимаси билан бир биридан фарқ қилишади?

А. қатга кичиклиги билан

Б. формулаларни мураккаблик даражаси билан

В. формулаларни қўриниши билан

Г. Қўриниши, масалани қўйилиши, ўрганилаётган объектни табиати жиҳатдан фарқ қилиниши мумкин

74. Ляпунов ва Багриновскийлар классификацияси нимага асосан қурилган?

А. Тезис ва антитезисга асосан

Б. Объектга асосан

В. Моделларни қўриниши асасида

Г. Объектларни мураккаблигига асосланган

75. Ю.М.Свирижев математик моделларни қандай гуруҳларга бўлади?

А. Дифференциал гуруҳларга

Б. Аналитик ва имитацион гуруҳларга

В. алгебраик қуринишга

Г. Интегралли гуруҳларга

76. Қандай математик моделларга аналитик моделлар дейилади?

А. масалани мураккаблигига қараб

Б. масалани соддалигига қараб

В. Масалаларни назарий тадқиқотига бағишланган моделлар

Г. Масалани амалилигига қараб

77. Назарий тадқиқотларга қандой масалалар киради?

А. амалий масалалар

Б. назарий масалалар

В. дифференциал тенгламалар

Г. Ўрганилаётган масалани турғунлиги, турғунлик ҳоллари, чегаравий даврларни мавжудлиги, бифуркацион ҳолатларни диссипатив структуралари

78. Аналитик математик модел қурилаётган пайта қупинча:

А. Ўрганилаётган масала соддалаштиришган схемасидан, ҳақиқатга яқин фикрлардан, асимтотик усулдан, соддалаштирилган гипотезалардан фойдаланилади

Б. масаланинг соддалигидан фойдаланишади

В. масаланинг мураккаблигидан фойдаланишади

Г. Ишчи гипотезаларга қараб

79. Қандай математик моделларга имитацион моделлар дейилади?

А. масалани назарийлигига қараб

Б. Масалани амалий нуқтаи назардан ечилишига қаратилган математик моделларга

В. дифференциал асосланган моделларга

Г. Алгебраик тенгламаларга асосланган моделларга

80. Имитацион математик моделларни қулайлиги уларни:

А. соддалигида

Б. кам тенгламалардан иборатлигида

В. Масалани ўрганишида компьютерда керакли экспериментларни ўтказишни имкони борлиги

Г. Осон ҳалга эга эканлигида

81. Имитацион математик моделларни аналитик моделлардан фарқи?

А. Ўрганилаётган объект элементлари орасидаги бир хил боғлиқларни ҳисобга олиши мумкин

Б. Ўрганилаётган объект элементлари орасидаги хилма-хил боғлиқларни ҳисобга олиши мумкинмаслиги билан

В. Ўрганилаётган объект элементлари боғлиқларни ҳисобга олиши мумкинлиги

Г. Ўрганилаётган объект элементлари орасидаги хилма-хил боғлиқларни ҳисобга олиши мумкин

82. Цивилизация бошланишида тирик ва нотирек табиатга доир ҳамма маълумотларни қайси фан ўрганарди?

А. Биология

Б. Физика фани

В. Антропология

Г. Математика

83. Физика термини нима маънони англатади?

А. Табиат маъносини англатади

Б. Физик олам маъносида

В. жисмларни кимёвий тузулиши ҳақидаги фан

Г. Жисмларни формасини

84. Бринчи маротиба “биология” термини кимни илмий ишларида ўз аксини топган?

А. Беруний илмий ишларида

Б. Дарвинни илмий ишларида

В. Жан Батис Ламарк илмий ишларида

Г. Навоини шериятида

85. Биология масалаларини ҳал қилишда бринчи маротиба ким физик усуллардан фойдаланган?

А. Ибни Сино

Б. Беруний

В. Фибонич

Г. Уилям Гарвей

86. Уилям Гарвей қачон миқдорий ва гидравлика қонунларини биологик масалаларни ечишда қўллади?

- А. 1628 йил
- Б. 1728 йил
- В. 1955 йил
- Г. 2000 йилларда

87. Уилям Гарсей биологияни қайси масаласини ечишда миқдори ва гидравлика қонунларини ишлатди?

- А. Ҳужайрани тузилишини аниқлашда
- Б. Қон айланиш механикасини тушунтиришда
- В. Қон таркибини ўрнашда
- Г. Одам склетини ўрганишда

88. Ренье Декард ва Готфрид Лейбницни фикирлари нимадан иборат эди?

- А. Қон йланиш механикасини тушунтиришда
- Б. Физика қонунларини тирик табиатга қўлланишда
- В. Механика қонунлари нотирик ва тирик табиатга нисбатан бир хил эканлиги ҳақда
- Г. Физика ва кимёвий қонунларни бирхеллигида

89. Антуан Лавуазье ва Пьер Лаплас фикирлари нимадан иборат эди?

- А. Тирик ва Нотирик табиатни бирхеллиги ҳақида
- Б. Неорганик ва органик жисмларни бирхел хил физикаси мавжудлиги ҳақда
- В. Неорганик ва органик жисмларни бирхел хил химияси мавжуд эмаслиги ҳақда
- Г. Неорганик ва органик жисмларни икки хил химияси мавжуд эмаслиги ҳақда

90. Биология фанини бир неча мустақил биологик фанларга парчаланишини сабаби нимада?

- А. Биологияга доир маълумотларни янги қайта ишлаш усулларининг пайдо бўлиши
- Б. Биологияни мураккаблиги сабабли
- В. Олимларни кўплиги сабабли
- Г. Янги соҳаларни пайдо бўлиши сабабли

91. Ҳар бир фанни ўзига хос неча хил ривожланиш тенденцияси мавжуд?

- А. 9
- Б. 2
- В. 6
- Г. 4

92. Ҳар бир фанни ўзига хос ривожланиш тенденцияси нималардан иборат?

- А. Фандаги ривожланишдан иборат
- Б. Янги масалаларни ечилишидан иборат
- В. Парчаланиш ва бирлашиш
- Г. Тажрибаларни аниқ бажарилишидан иборат

93. Бу икки хил тенденция қайси принцип асосида ривожланади?

- А. Ривожланиш
- Б. Янгиликларни очилиши асосида
- В. ФранкфКодон принципи асосида
- Г. Комплементар принцип асосида

94. Комплементар принцип нима дегани?

- А. Бир бирини тўлдириш маъносида
- Б. Узаро қарама қаршилик маъносида
- В. Ҳамжихатлик маъносида
- Г. Бир бирига қарама қарши ривожланиш

95. Фандаги парчаланиш ва бирлашишни яна қандой сабабини биласиз?

- А. Шу фанга доир янги усулларнинг пайдо бўлиши сабабли
- Б. Шу фанга доир маълумотларни қайта ишлашни янги усулларнинг пайдо бўлиши сабабли
- В. Шу фанга доир янги маълумотларни пайдо бўлиши сабабли
- Г. Олимларнинг кўпайиши билан

96. Биологияда бирлашиш тенденциясига талукли булган соҳани кўрсатинг

- А. Математика
- Б. Цитология
- В. Биофизика
- Г. Ботаника

97. Биофизика термини биринчи марта кимни илмий ишларида ўз аксини топди?

- А. Навоийни ишларида
- Б. Аҳмад Донишнинг ишларида
- В. Гёте
- Г. Карл Пирсон

98. Биофизика термини биринчи марта кимни илмий ишларида бошлаб ишлатилди?

- А. 1892 йида
- Б. 1999 йилда

В. 2001 йилда

Г. 1970 йилда

99. Карл Пирсон қайси илмий ишида “биофизика” термини биринчи маротиба ишлатди?

- А. Математика асарида
- Б. Ўзини “фан грамматикаси” асарида
- В. Ер география асарида
- Г. Табиатшунослик асарида

100. Карл Пирсон биофизика термини асосида нимани назарга тутган эди?

- А. Биология қонунлари асосида физик жараёнларни тушунтириш
- Б. Физика қонунлари асосида биологик жараёнларни тушунтиришни
- В. Математик моделлар ёрдамида биологик жараёнларни тушунтириш
- Г. Физикани биологик қонунларини

101. Бугунги кунда биофизика термини асосида нимани тушуниш мумкин?

- А. Биология қонунлари асосида физик жараёнларни тушунтириш
- Б. Математик моделлар ёрдамида биологик жараёнларни тушунтириш
- В. Биологик жараёнларни математика, физика ва химия нуқтаи назардан ўрганишни
- Г. Физикани биологик қонунларини

102. Ҳозирги кунда биофизика биологияни нимасига айланган?

- А. Моделига
- Б. Амалий қисмига
- В. Физикасига
- Г. Назарий қисмига

103. Ҳозирги кунда Биофизика фани тирик объектларни нимасини ўрганади?

- А. Тирик системаларда бошқариш структурасини механизмларини ва ходисаларни физикасини ўрганади
- Б. Морфологиясини
- В. Биологиясини
- Г. Физикасини

104. Ҳозирги кунда Биофизика фани тирик объектларни нимасини ўрганади?

- А. Физикасини
- Б. Ҳодисаларни асл моҳиятини физик-математик моделларини куриш йўли билан уларда жараёнларни бориш қонуниятини ўрганади
- В. Моделини
- Г. Экземплярини

105. Биофизика статистик маълумотларни йиғиш билан шуғулланадими?

- А. Фарқи йўқ

- Б. Ҳа
- В. Йўқ
- Г. А тўғри

106. Биофизика фанини ривожланиши билан фанга қандай янги соҳалар кириб келди?

- А. Ботаника
- Б. Цитология
- В. Микробиология
- Г. Математик биология ва математик экология соҳалари

107. Математик биология ва математик экология тирик системаларни нимасини ўрганади?

- А. Ўз-ўзини бошқариш структураларини ўрганишга қаратилган
- Б. Тузулишини
- В. Морфологиясини
- Г. Биологик жараёнларини

108. Математик биология ва математик экология тирик системаларни нимасини ўрганади?

- А. Морфологиясини
- Б. Тирик системалардаги гармонияни “алгебра”сини ўрганишга қаратилган
- В. Физикасини
- Г. Табиатини

109. Биофизика фанини объектини аниқланг

- А. Ер иқлими
- Б. Тирик табиат
- В. Биосфера
- Г. Биологик маъхум объектлар

110. Биофизика фанини объектини аниқланг

- А. Ер иқлими
- Б. Тирик табиат
- В. Биологик маъхум объектлар
- Г. Популяция

111. Биофизика фанини объектларини аниқланг

- А. Организмлар
- Б. Усимликлар
- В. Микроблар
- Г. Сув утлари

112. Биофизика фанини объектларини аниқланг

- А. Табиат
- Б. Хужайра органеллалари
- В. Космик объектлар
- Г. Нотирик табиат объектлар

113. Биофизика фанини объектларини аниқланг

- А. Нотирик табиат объектлар
- Б. Космик объектлар
- В. Вируслар, бактериофаглар

Г. Табиат

114. Биофизика фанини объектларини аниқланг

- А. График моделлар
- Б. Атом тузулиши
- В. Молекул структураси
- Г. Юқори молекулали брикмалар

115. Биофизика фанини объектларини аниқланг

- А. Қуйи молекулали брикмалар
- Б. Молекул структураси
- В. Атом тузулиши
- Г. График моделлар

116. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий ҳодисани аниқланг

- А. Жисмлар кинетикаси
- Б. Ўзаро таъсир кучини табиатини
- В. График моделлар
- Г. Атом тузулиши

117. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий ҳодисаларни аниқланг

- А. Биологик ривожланиш
- Б. Физик ривожланиш
- В. Жараёнлар кинетикасини
- Г. Кимёвий ривожланиш

118. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий ҳодисани аниқланг

- А. Биологик ривожланиш
- Б. Физик ривожланиш
- В. Кимёвий ривожланиш
- Г. Информациyani қайта ишлаш

119. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий ҳодисани аниқланг

- А. Энергияни бир турдан иккинчи турга айланиш механизмларни
- Б. Энергияни бир турдан иккинчи турга айланиш формаларни
- В. Кинетика қонунларини
- Г. Ўсимликлардаги фотосинтез жараёнини

120. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий ҳодисаларни аниқланг

- А. Ҳаракат турларини
- Б. Ҳаракат механизмларини
- В. Ҳаракат қонунларини
- Г. Ҳаракат формалари

121. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий
ҳодисаларни аниқланг
- А. Физик факторларни табиатини
Б. Физик факторларни келиб чиқишини
В. Физик факторларни таъсир механизмларини
Г. Физик факторларни ривожланишини
122. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий
ҳодисаларни аниқланг
- А. Физик факторларни табиатини
Б. Физик факторларни келиб чиқишини
В. Физик факторларни ривожланишини
Г. Ўз-ўзини бошқариш механизмларини
123. Биофизика фанини ўрганадиган физикавий ҳодисани
аниқланг
- А. Система эволюциясини бошқариш механизмларини
Б. Система структурасини
В. Элемент тузилишини
Г. Энтропия ҳодисасини
124. Биофизика фанини физик-математик усулларини
аниқланг
- А. Астрофизик усуллар
Б. Бошқариш усуллари
В. Географик усуллар
Г. Геометрик усуллар
125. Биофизика фанини физик-математик усулини
аниқланг
- А. Астрофизик усуллар
Б. Географик усуллар
В. Моделлаштириш
Г. Гуманитар усуллар
126. Биофизика фанини физик-математик усулини
аниқланг
- А. Философик усуллар
Б. Морфологик изланишлар
В. Биохилмахилликни аниқлаш усули
Г. Тадқиқот ўтказиш
127. Биофизика фанини физик-математик усулини
аниқланг
- А. Классификациялаш
Б. Философик усуллар
В. морфологик усуллар
Г. Гуманитар усуллар
128. Биофизика фанини физик-математик усулларини
аниқланг
- А. Механик усуллар

- Б. Таъсир қилиш усуллари
- В. Дастурлаш усули
- Г. Гуманитар усуллар

129. Мембрана ҳужайрани қандай қисми?

- А. Ҳужайрани ташқи муҳитга нисбатан автаномлигини ва уни атроф муҳит билан алоқада бўлишини таъминловчи қисми
- Б. ядроси
- В. ичги органи
- Г. Иккинчи даражали органи

130. Ҳужайра бу:

- А. объект
- Б. Тирик материяни универсал структуравий бирлиги
- В. организмни кичик элементи
- Г. Организмни энг кичик элементи

131. Мембранани тусқинлик функцияси деганда нимани тушунаси?

- А. уни турғунлиги
- Б. уни юмшоқлиги
- В. Атроф муҳит билан: танловли бошқарувли пасив ва актив мода алмашувларини таъминланиши
- Г. Уни қатиклиги

132. Мембранани жадваллик функцияси деганда нимани тушунаси?

- А. жадвалга ўхшашлиги билан
- Б. Механик табиатини
- В. оқсилларни ҳаракатини тушунамиз
- Г. Оқсилларни мембранада маълум бир ўзаро жойланиши ва ориентациясини (ўз жойини аниқланиши), уларни ўзаро оптимал таъсирини таъминланиши

133. Мембранани механик функцияси деганда нимани тушунаси?

- А. Ҳужайрани автаномлиги, ички структураси ва мустаҳкамлигини таъминланиши
- Б. Механик табиатини
- В. жадвалга ўхшашлиги билан
- Г. оқсилларни ҳаракатини тушунамиз

134. Мембранани энергетик функцияси деганда нимани тушунаси?

- А. моддаларни алмашувини
- Б. Митохондрия ички мембраналарида АТФни синтезланиши ва хлоропласт мембраналарида фотосинтез жараёнини боришини таъминланишини
- В. энергияни бир турдан иккинчи турга айланишини
- Г. Энергия алмашувини

135. Биологик мембраналарни тузилишини биринчи моделини нечанчи йилда таклиф қилишганди.

- А. 1892 й.

- Б. 1925 й.
- В. 1902 й.
- Г. 2005 й.

136. Бринчи мембрана моделини асосида қандой гипотеза ётганди?

- А. Липидлардан тузилган гипотезаси
- Б. Конденсатор тузилишига эга
- В. Оқсиллардан тузилганлиги
- Г. Липидларга яхши эрувчи модаларгина мембраналардан ўтиши мумкин

137. Бринчи мембрана моделини гипотезаси асосида қандай тахмин вужудга келди?

- А. Конденсатор тузилишига эга
- Б. Липидлардан тузилган гипотезаси
- В. Оқсиллардан тузилганлиги
- Г. Биологик мембраналар юпқа фосфолипид қаватлардан иборат

138. Мембраналар бўйича Гортер ва Гренделлар ўз тажрибалари нечанчи йилда ўтказилган?

- А. 1925 й.
- Б. 1902 й.
- В. 1947 й.
- Г. 1992 й.

139. Гортер ва Гренделларни тажрибалари мембрана тузулиши бўйича қандой маълумот берди?

- А. Липидларни миқдори куплиги аниқланди
- Б. Эритроцидлардан ажратиб олинган мембраналарни кўп қаватли липид майдони эритроцидлар майдонларини йигиндисидан икки марта кўп қаватлиги аниқланди
- В. Оқсил миқдорини кўп қаватлиги аниқланди
- Г. Сув миқдорини кўп қаватлиги аниқланди

140. Гортер ва Грендел қандай қилиб липидларни ажратганлар?

- А. Филтрилаб
- Б. Кўп марта кўп қаватлиги филтрилаш натижасида
- В. Гемолизирланган эритроцитлардан, ацетон ёрдамида
- Г. Мураккаб кимёвий реакцияларда

141. Гортер ва Гренделни тажрибалари асосида олинган асосий фикр бу:

- А. липид қатламдан иборат
- Б. оқсил биқатламдан иборат
- В. оқсил ва липид молекулаларини тартибсиз жойланиши

Г. Липидлар – мембранада биомолекуляр қават шаклда жойлашган деган фикрни айтганлар

142. Липидлар мембранада биомолекуляр қават шаклда жойлашган деган фикрни қандой тадқиқотлар тасдиқлади?

- А. Электрик тадқиқотлар тасдиқлади
- Б. Ньютон қонунлари асосида
- В. кимёвий жараёнлар асосида
- Г. Биокимёвий тадқиқотлар асосида

143. Биологик мембраналарни нимага ўхшатиш мумкин?

- А. Икки қаватли пластинкага
- Б. Электрик конденсаторга
- В. Уч қаватли пластинкага
- Г. Яхлит мустаҳкам пластинкага

144. Биологик мембраналарда конденсатор пластинкаларни ролини нима ўйнайди?

- А. Оқсил молекулалари
- Б. мембрана ташқи ва ички пўстлоғи
- В. эритмада ботирилган липид молекулаларни бошларидан иборат ички ва ташқи электролитлар ташкил қилади
- Г. Зарядланган ионлар

145. Мемрана фақат липид биқатламми?

- А. Ҳа
- Б. Йўқ
- В. Бўлиши мумкин
- Г. Йўқ, мембраналар оқсил молекулалардан ҳам ташкил топган.

146. Биологик мембраналарни ўрганишда қайси методлар катта рол ўйнашган?

- А. Физик методлар
- Б. химик методлар
- В. биологик методлар
- Г. Ботаник методлар

147. Ренгеноструктурали анализ орқали мембраналарни нимасини ўрганиш мумкин?

- А. Мембрана функцияларини
- Б. Мембраналар структурасини
- В. Мембрана мустаҳкамлигини
- Г. Мембрана шаффофлигини

148. Мембраналар структураси деганда кўпинча нимани тушуниш мумкин?

- А. Мембрана молекуллаларини
- Б. Липидларни мембранадаги миқдорини
- В. Мембрана молекула атомларини ўзаро жойланиши ҳақидаги маълумотларни тушуниш мумкин
- Г. Липид ва оқсил молекуллаларини нисбатини

149. Ренген нурларини дифракцияси бўйича мембраналарда ўтказилган тадқиқотлар нимани кўрсатди?

- А. Липид молекуллаларини мембранада тартибсиз жойланишини
- Б. Оқсил молекуллаларини мембранада тартибсиз жойланишини
- В. Липид ва оқсил молекуллаларини нисбатини
- Г. Липид молекуллаларини мембранада нисбатан тартибланган жойланишини

150. Электрон микраскоп ёрдамида мембраналарни ўрганишда нималарга эришилди?

- А. Мембраналарни уч қаватли тузулишини ўрганшга муваффақ бўлишди
- Б. Мембраналарни икки қаватли тузулишини ўрганшга муваффақ бўлишди
- В. Мембраналарни тўрт қаватли тузулишини ўрганшга муваффақ бўлишди
- Г. Оқсил молекуллаларини жойланишини

151. Мембраналарни ўрганишдаги қайси энг охириги усул ҳисобланади?

- А. Ядровий магнитли резонанс усули
- Б. Музлатиш-бўлаклаш-из қолдириш усули
- В. Электрон микраскоп орқали ўрганиш усули
- Г. Мембраналарни математик усулда урганиш усули

152. Музлатиш-бўлаклаш-из қолдириш усули мембранани нимасини ўрганишга асос солди?

- А. Мембрана липидларини тузулишни тушунишга асос бўлди
- Б. Мембрана оқсилларини тузулишни тушунишга асос бўлди
- В. Мембрана ички тузилишини кўриш ва тушунишга асос бўлди
- Г. Мембранани ҳажмини ҳисоблашга асос бўлди

153. Музлатиш-бўлаклаш-из қолдириш усули мембрана ички тузилишида нимани аниқлади?

- А. Мембрана липидларини тузулишни тушунишга асос бўлди
- Б. Мембрана оқсилларини тузулишни тушунишга асос бўлди
- В. Мембранани ҳажмини ҳисоблашга асос бўлди
- Г. Липид биқатламда ботирилган оқсил молекуллаларини борлиги аниқланди

154. Охирги физик ва химик усуллар ёрдамида тўпланган малумотлар мембранани тузилишини қандой кўринишига асос бўлди?

- А. Мембранани янги суюқ-мозаик моделини яратишга асос бўлди
- Б. Мембрана липидларини тузулишни тушунишга асос бўлди
- В. Мембрана оқсилларини тузулишни тушунишга асос бўлди
- Г. Мембранани ҳажмини ҳисоблашга асос бўлди

155. Мембранани янги суюқ-мозаик моделини кимлар таклиф қилишди?

- А. Ал Хоразими
- Б. Сингер ва Никольсон
- В. Қосимов М.
- Г. Абдуллаев Р.

156. Мембранани янги суюқ-мозаик моделини қачон таклиф қилишди?

- А. 1987 й.
- Б. 1902 й.
- В. 1972 й.
- Г. 2001 й.

157. Сингер ва Никольсон мембрана тузилиши бўйича таклифлари нимадан иборат эди?

- А. Мембраналар мураккаб тузилишга эга
- Б. Мембраналар оқсиллар билан безатилган
- В. мембраналар биқаватли липидлардан иборат
- Г. Биологик мембранани тузилишини асосини икки қаватли фосфолипидлар ташкил қилади, оқсил билан безатилган ҳолда

158. Липидлар физиологик шароитда қандай ҳолатда бўлишади?

- А. Суюқ агрегатли ҳолатда
- Б. Қатик агрегатли ҳолатда
- В. Эластик ҳолатда
- Г. Эрувчан ҳолатда

159. Мембраналарда фосфолипид ва оқсиллардан ташқари яна қандой кимёвий бирикмалар бўлишади?

- А. ДНК
- Б. Холострин, гликолипидлар ва гликопротеинлар ҳам бўлиши мумкин
- В. РНК
- Г. ДНК ва РНК

160. Ҳозирги замонда мембраналарни қайси модели қабул қилинган?

- А. Липид биқават
- Б. Конденсатор модели
- В. Суюқ-мозаик модели

Г. Гел-мозаик модели

161. Мембрана структурасини асосини қайси фан ўрганади?

А. Физика

Б. Математика

В. Биохимия

Г. Биофизика

162. Фосфолипид молекулаларини қутубли боши:

А. Гидрофиль

Б. Гидрофоб

В. Қутубсиз

Г. Қутубли

163. Фосфолипид молекулаларини қутубсиз думи:

А. Гидрофиль

Б. Гидрофоб

В. Қутубсиз

Г. Қутубли

164. Фосфолипид молекулаларини қутубли боши – гидрофиль, қутубсиз думи – гидрофоб тузулиши Гиббс энергиясини қандай миқдорига тўғри келади?

А. максимум миқдорига

Б. ўртача миқдорига

В. минимум миқдорига тўғри келади

Г. Минтах миқдорига

165. Оксил мембрана қаватларида қандай ҳаракат қилади?

А. горизонтал йўналишда

Б. айланма йўналишда

В. Мембрана ўрта қисмида горизонтал йўналишда

Г. Қаватларда перпендикуляр йўналишда ҳаракат қилади

166. Оксилни мембрана қаватларида перпендикуляр йўналишда ҳаракати қандай номланади?

А. Флип-флоп ҳодисаси деб номланади

Б. Гиббс ҳодисаси

В. Нормал

Г. Максимал

167. Мембраналар орқали моддаларни ўтиши билан ҳужайрадаги қайси муҳим жараёнлар боғлиқ?

А. Ҳужайрани кўпайиши

Б. Метоболизм, биоэнергетик, биопотенциалларни вужудга келиши, нерв импульслар генерацияси

В. Ҳужайрагни бўлиниши

Г. Ҳужарани бутунлиги

168. Мембраналар орқали моддаларни ўтишини тушунтиришда қандай тушунча катта аҳмиятга эга?

- А. Физик тушунча
- Б. Химик тушунча
- В. Элекохимик потенциал тушунчаси
- Г. Математик тушунча

169. Берилган моддани химик потенциали μ_k қандай катталиқ?

- А. Энг кичик катталиқ
- Б. Максимал катталиқ
- В. Химик катталиқ
- Г. Миқдор жиҳатдан шу модданинг 1 молига тегишли Гиббс энергиясига тенг

170. Химик потенциал формуласини аниқланг?

- А. $\mu_k = (\partial G / \partial m_k)_{P,T,m_{l \neq k}}$
- Б. $\mu_k \leq (\partial G / \partial m_k)_{P,T,m_{l \neq k}}$
- В. $\mu_k = (\partial G + \partial m_k)_{P,T,m_{l \neq k}}$
- Г. $\mu_k = (\partial G \times \partial m_k)_{P,T,m_{l \neq k}}$

171. Мембраналарда пассив ўтувчанлик бу:

- А. Моддаларнинг электрохимик потенциали кичик бўлган жойдан электрохимик потенциали катта бўлган жойга ўтиши
- Б. Моддаларнинг электрохимик потенциали катта бўлган жойдан электрохимик потенциали кам бўлган жойга ўтиши
- В. Бу мембранани асосий функцияси
- Г. Хужайрани стационар ҳолати

172. Мембраналарда пассив ўтувчанлик нима ҳисобидан юз беради?

- А. Гиббс энергиясини кўпайиши ҳисобидан
- Б. Хужара турғунлигидан
- В. Пассив ўтувчанлик Гиббс энергиясини камайиши ҳисобидан содир бўлади
- Г. Максимал кимёвий энергия ҳисобидан

173. Мембраналарда пассив ўтувчанликда моддаларни ўтиш жараёни қандой юз беради?

- А. Гиббс энергиясини кўпайиши ҳисобидан
- Б. Хужара турғунлигидан
- В. Максимал кимёвий энергия ҳисобидан
- Г. Моддаларни ўтиш жараёни ўз-ўзидан юз беради, энергия сарфламасдан

174. Мембраналарда пассив ўтувчанликда модда ўтишига икки сабаб бўлиши мумкин бу:

- А. Концентрация ва электрик потенциал градиентлари
- Б. Хужайрани турғунлик ҳолатини бузулишидан
- В. Хужайрани турғунлик ҳолати ҳисобидан
- Г. Ион зарачаларини кўзғалишидан

175. Қачон пассив ўтказувчанлик тескари йўналишда юз бериши мумкин?

- А. Бошида
- Б. Концентрация ва электрик потенциал градиентларини бир биридан боғлиқ бўлган пайтларида
- В. Охирида
- Г. Хужара бўлинишида

176. Мембранадаги диффузия бу:

- А. Ион зарачаларини бир томонлама ҳаракати
- Б. Ион зарачаларини ҳар хил томонлама ҳаракати
- В. Моддаларни ўз-ўзидан кўчиши концентрацияси катта бўлган жойдан концентрацияси кам бўлган томонга молекулаларни хаотик ҳаракати натижасида бўлиши мумкин
- Г. Кичик миқдорий катталиклардан кам томон йўналишида

177. Мембранадан моддаларни ўтиш йўллари аниқланг:

- А. Бир текис
- Б. Икки томонлама
- В. Гоҳ-гоҳда
- Г. Липид биқават, липид биқават ғовваклари ва оқсил ғовваклари орқали

178. Мембрана орқали оддий диффузияни асосий кўринишларини аниқланг:

- А. Липид биқават, липид биқават ғовваклари ва оқсил ғовваклари орқали
- Б. Бир текис
- В. Гоҳ-гоҳда
- Г. Икки томонлама

179. Мембраналарда актив ўтувчанлик бу:

- А. Катта энергия билан ўтиши
- Б*. Моддаларнинг электрохимик потенциали кичик бўлган жойдан электрохимик потенциали катта бўлган жойга ўтиши
- В. Бир меёрда
- Г. Тартибсиз меёрда

180. Актив ўтувчанлик ўз-ўзидан юз берадими?

- А. Ҳа
- Б. Бўлиши мумкин
- В. Ўз-ўзидан юз берамайди
- Г. Буноқаси умуман йўқ

181. Актив ўтувчанлик жараёни қандой юз беради?

- А. Ҳеч қандой
- Б. Фақат бир ҳолатда
- В. Гиббс энергиясини камайиши ҳисобидан
- Г. Мембранада Гиббс энергиясини ўсиши орқали юз беради

182. Актив ўтувчанлик жараёнида Гиббс энергиясини ўсиши қайси ҳисобдан юз беради?

- А. АТФ ни макроэргик боғламларида тўпланган энергияни сарфланиши ҳисобидан
- Б. Хужайра ҳисобидан
- В. Ташқи муҳит ҳисобидан
- Г. Хужайра ички муҳити ҳисобидан

183. Актив ўтиш ҳисобидан организмда қандой жараёнлар юз бериши мумкин?

- А. Хужайрани Турғунлигини бузулиши
- Б. Концентрация градиенти, электрик потенциаллар градиенти ва босим градиенти юз бериши мумкин
- В. Хужайрани бўлиниши
- Г. Импулсларни ўтмаслиги

184. Концентрация градиенти, электрик потенциаллар градиенти ва босим градиенти организмда қандой роль ўйнайди?

- А. Импулсларни ўтмаслиги
- Б. Хужайрани бўлиниши
- В. Организмни мувозанатсиз ҳолатда сақлаб қолади
- Г. Хужайрани Турғунлигини бузулиши

185. Мембраналарда моддаларни актив ўтишини биринчи бўлиб ким текширган?

- А. Никольсон
- Б. Томпсон
- В. бернард Шоу
- Г. Уссинг

186. Мембраналарда моддаларни актив ўтиши бўйича нечанчи йилда тажрибалар ўтказилган?

- А. 1949 й.
- Б. 2001 й.
- В. 1899 й.
- Г. 1909 й.

187. Мембраналарда моддаларни актив ўтишини Уссинг нимани мисолида кўрсатди?

- А. Калий ионларини ўтиши мисолида кўрсатиб ўтди
- Б. Натрий ионларини ўтиши мисолида кўрсатиб ўтди
- В. Хлор ионларини ўтиши мисолида кўрсатиб ўтди
- Г. Темир ионларини ўтиши мисолида кўрсатиб ўтди

188. Кинетикани асосий принципини аниқланг

- А. Ҳеч қачон учрамаслик
- Б. Зарачаларни хаотик ҳаракати
- В. Ўзаро таъсир қилиш учун, аввалонбор ҳеч бўлмаганда учрашиш керак
- Г. Учрамаслик принципи

189. А ва В моддаларни реакцияга киришида реакция тезлиги нимага боғлиқ?

- А. Ҳаво намлигига
- Б. Ҳаво температурасига
- В. Ҳақодаги азот миқдорига
- Г. Аввалом бор А ва В моддаларни молекулаларининг учрашиш эҳтимолига боғлиқдир

190. А ва В моддаларни молекулаларининг учрашиш эҳтимоли нимадан боғлиқ?

- А. А ва В моддаларнинг мувофиқ концентрацияларининг кўпайтмасига пропорционал
- Б. А модданинг концентрациясидан
- В. В модданинг концентрациясидан
- Г. А ва В моддаларнинг концентрацияларининг йиғиндисига

191. А ва В моддаларни реакцияга киришида реакция тезлиги формуласини аниқланг

- А. $v_{AB} = K_{AB}(C_A + C_B)$
- Б. $v_{AB} = K_{AB}C_A C_B$
- В. $v_{AB} = K_{AB} / C_A C_B$
- Г. $v_{AB} = K_{AB}(C_A - C_B)$

192. Бринчи типдаги реакция тезлигини аниқланг

- А. $v_{ABD} = K_{AB}C_A C_B C_D$
- Б. $v_{AB} = K_{AB}C_A C_B$
- В. $v_{A \rightarrow B+D} = K_A C_A$
- Г. $v_{AB} = K_{AB} / C_A C_B$

193. Ферментатив кимёвий реакциялардаги қандой брикмага комплекс дейилади?

- А. А ва В моддаларнинг бирикмасига
- Б. S ва P ни бирикмасига

В. E ва P бирикмаларига

Г. Ўзгарувчи молекула (субстрат) унчалик катта бўлмаган молекула ферментга брикиб комплекс ташкил қилади

194. Михаэлис комплексида фермент субстратга қандай таъсир кўрсатади?

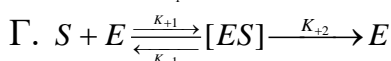
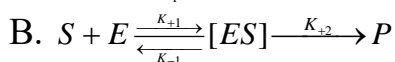
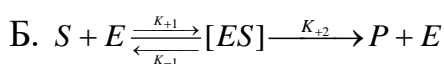
А. Фермент субстрат молекуласини қайта ишлов бериб: ёки уни парчалайди ёки субстрат молекуласидаги атомлар структурасини ё баъзи атомлар гуруҳини алмаштиради

Б. Фермент субстрат молекуласини парчалайди

В. Фермент субстрат молекуласини мураккаб молекулага айлантиради

Г. Фермент субстрат молекуласини қисимларга ажратади

195. Ферментатив реакция схемасини аниқланг



196. Ферментатив реакциядаги комплекс синтезининг реакция тезлигини аниқланг

А. K_{-1}

Б. K^{-1}

В. K_{+1}

Г. $K + 1$

197. Ферментатив реакциядаги субстрат концентрацияси-ни ўзгариш тезлиги қонунини аниқланг

А. $dS/dt = -K_{+1}[SE] + K_{-1}[ES]$

Б. $dS/dt = -K_{+1}SE - K_{-1}[ES]$

В. $dS/dt = -K_{+1}SE + [ES]$

Г. $dS/dt = -K_{+1}SE + K_{-1}[ES]$

198. Ферментатив реакциядаги фермент концентрацияси-ни ўзгариш тезлиги қонунини аниқланг

А. $dE/dt = -K_{+1}SE + K_{-1}[ES] + K_{+2}[ES]$

Б. $dE/dt = -K_{+1}SE + K_{-1}[ES] - K_{+2}[ES]$

В. $dE/dt = -K_{+1}SE - K_{-1}[ES] + K_{+2}[ES]$

Г. $dE/dt = K_{+1}SE + K_{-1}[ES] + K_{+2}[ES]$

199. Ферментатив реакциядаги комплекс концентрациясини ўзгариш тезлиги қонунини аниқланг

А. $d[ES]/dt = K_{+1}SE - K_{-1}[ES] + K_{+2}[ES]$

Б. $d[ES]/dt = K_{+1}SE - K_{-1}[ES] - K_{+2}[ES]$

В. $d[ES]/dt = K_{+1}SE + K_{-1}[ES] - K_{+2}[ES]$

Г. $d[ES]/dt = -K_{+1}SE - K_{-1}[ES] + K_{+2}[ES]$

200. Ферментатив реакциядаги маҳсулот
концентрациясини ўзгариш тезлиги қонунини
аниқланг

А. $dP/dt = K_{-2}[ES]$

Б. $dP/dt = K_{+1}[ES]$

В. $dP/dt = K_{+2}[ES]$

Г. $dP/dt = [ES]$

