

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI
VA TELEKOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
SAMARQAND FILIALI**

Qo'lyozma huquqida

**Kompyuter injiniringi fakulteti
“Axborot texnologiyalari” kafedrası
5330500 Kompyuter injiniringi (Kompyuter injiniringi, AT- Servisi)
yo’nalishi bo’yicha magistrlik darajasini olish uchun**

MAGISTRLIK ILMIY TADQIQOT ISHI

MAVZU: Z- sonlar nazariyasi elementlariga asoslangan baholash modellarini
qurish

**Ish kafedraning 2019 yil
_____dagi № ____ - sonli
Majlisida muhokama qilindi
va himoyaga tavsiya etildi.
Kafedra mudiri _____
Dots. Z. Maxmudov
“ ____ ” _____ 2020y.**

**Bajardi: M201-guruh talabasi
_____Nabiyeva Sevara.

Ilmiy rahbar:
_____ prof. Primova Xolida.**

Samarqand ~ 2020

Оглавление

KIRISH.....	9
1-bob. Z-СОН ТУШУНЧАСИ —МАВХУМ ҲИСОБЛАШДАГИ ЯНГИ	
ЙЎНАЛИШ	16
1.1. Z-сонларга асосланган кутилаётган фойдалилик.....	17
1.2. Z-сонлар ёндашувини шоке интегралли асосидаги қарор қабул	
қилишга қўлланилиши	26
1.3. Мавхумлик муҳитида z-сонлардан фойдаланган ҳолда қарор қабул	
қилиш усули	Ошибка! Закладка не определена.
1-bob bo'yicha Хулосалар	39
2-bob. NORAVSHAN TO'PLAMLAR NAZARIYASI VA NORAVSHAN	
MANTIQ - NOANIQLIKLAR USTIDA ISHLASHNING ZAMONAVIY	
VOSITALARIDIR	41
2.1. Asosiy atama va tushunchalar	41
2.2. Tegishlilik funksiyasi (membership function)	44
2.3. Noravshan to'plamning quvvati.	51
2.3.1. Trapesiya ko'rinishidagi (Trapeziasimon) noravshan son	54
2.3.2. Uchburchak noravshan sonlar	55
3-bob. Z-сонлар nazariyasi va noravshan to'plamlarga asoslangan dastur	
loyihalash va undan foydalanish.....	59
3.1. Дастур ишининг алгоритми	59
3.1.1 Буғоз сигирлар микроэлементоз касаллигини таҳлил қилиш	
муаммолари.....	59
3.2. Норавшан ифодалар асосида комплекс касаллик таҳлил усули	60
3.2.1. Усулнинг соддалаштирилган баёни	61
3.2.2. Микроэлементоз касаллиги таҳлиliga оид ҳисоб-китобли мисол .	66
Xulosa	
Adabiyotlar ro'yxati	
Ilova	

KIRISH

Mamlakatimizda ijtimoiy hayotning barcha jabhalariga zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish, jahon axborot makoniga integratsiyalash, shuningdek, dasturiy ta'minot bozorini rivojlantirish va dasturiy ta'minot mahsulotlari ishlab chiqaruvchilarga imkoniyat yaratib berish va qo'llab-quvvatlashga alohida ahamiyat berilmoqda.

Mamlakat rahbariyati iqtisodiyotning barcha sohalari va jamiyat hayotida zamonaviy axborot texnologiyalari, kompyuter texnikasi va telekommunikatsiya vositalarini joriy qilish va qollash, fuqarolarning axborotga bolgan ehtiyojlarini toliq qondirish, jahon axborot hamjamiyatiga kirish hamda jahon axborot resurslaridan foydalanish uchun qulay sharoitlar yaratish kabi muhim vazifalarga jiddiy e'tibor qaratmoqda.

Zamonaviy raqobatbardosh axborotlashgan jamiyat va iqtisodiyot xukumat sektorida o'ziga xos boshqaruvni talab etadi. Davlat boshqaruvini bunday modernizatsiya qilish esa, yangi axborot kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish bilan bevosita bog'liq. Umumjahon axborot globallasuvi jarayonlari axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini nafaqat mamlakat iqtisodiyoti va boshqa sohalariga ham joriy etishni taqozo etadi.

Prezidentimiz Shavkat Mirziyoevning 2018 yil 7 dekabrda «O'zbekiston Respublikasi sog'liqni saqlash tizimini tubdan takomillashtirish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar to'g'risida» gi farmoni bilan tasdiqlangan 2019–2025 yillarda O'zbekiston Respublikasi sog'liqni saqlash tizimini rivojlantirish kontseptsiyasi hamda 2019–2021 yillarda O'zbekiston Respublikasi sog'liqni saqlash tizimini rivojlantirish kontseptsiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari dasturi soha rivojida yangi davrni boshlab berdi.

Sog'liqni saqlash tizimiga axborot texnologiyalarining chuqur tatbiq etilishi bugungi kunda o'z yechimini kutayotgan ko'plab muammolarning samarali hal qilinishiga zamin yaratadi.

Malumki, bugungi kunda, hatto jahon moliyaviy – iqtisodiy inqirozi sharoitida iqtisodiy rivojlanishning innovatsion yoli juda dolzarb hisoblanadi. Bu borada Prezidentimizning “Jahon moliyaviy – iqtisodiy inqirozi, Ozbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yollari va choralari” kitobida ham quyidagi fikrlar keltirilgan: “... innovatsion texnologiyalarni keng joriy etish - Ozbekiston uchun inqirozni bartaraf etish va jahon bozorida yangi marralarga chiqishning ishonchli yolidir”[1].

Masalaning qo'yilishi: Z-sonlar nazariyasini o'rganish va noravshan to'plamlar asosida veterinarlar uchun web dastur yaratishdir. Hozirgi paytda barcha jabhalarni avtomatlashtirishga katta e'tibor karatilmoqda. Avtomatlashtirishning qulay vositalaridan biri kompyuter texnologiyalaridan foydalanishdir. Kompyuterlarning keng qo'llanilishi veterinariya sohasi vakillarining ish jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. Inson salomatligi bilan bog'liq muhim masalalardan biri hayvonlarning sog'lig'i bo'lib, mahalliy mahsulotlarning salomatligi, shubhasiz, asosiy sog'liqni saqlash omilidir.

Tadqiqotning dolzarbligi: Hozirgi paytda noravshan to'plamlar nazariyasi, sonli hisoblashlardan so'zli hisoblashlarga o'tish va tabiiy tilning ma'lumotlarni qayta ishlash, qaror qabul qilish masalalari, baholash masalalarini yumshoq hisoblashlar texnologiyalarining komponentalari bo'lgan noravshan mantiq, evolyutsion algoritmlarni birlashtirish natijasida ishlab chiqilgan modellar bo'yicha bir qancha ishlar olib borilmoqda. Shuning uchun ham Z-sonlar nazariyasiga asosida baholash masalalarini tahlil qilish va shakllantirish, ularni yechishni algoritmik va dasturiy ta'minlash qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlashning zamonaviy tizimi uchun dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi va vazifasi. Dissertatsiya ishining maqsadi

Z-sonlar nazariyasini organish va noravshan to'plamlar asosida veterinarlar uchun bug'oz sigirlarning mikroelementoz kasalligini aniqlash va davolash usullarini aniqlash dasturiy ta'minotini yaratish .

Ushbu maqsadlarga erishish uchun quyidagi vazifalarni bajarish zarur:

- Noravshan to'plamlar va Z-sonlar nazariyasiga oid adabiyotlarni o'rganish;
- Bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligi aniqlash va davolash usullarini aniqlash dasturiy majmuasini loyihalash;
- Noravshan algoritmlarini ishlab chiqish;
- Dasturiy majmuani kodlashtirish, sozlash va sinovdan o'tkazish;
- Dasturiy majmuani tajribalar natijasida olingan qon tahlillari asosida kasallik darajasini tezda aniqlash uchun tadbiq etish.

Tadqiqotning ob'yekti va predmeti. Z-sonlar nazariyasi hamda noravshan to'plamlardir. Tadqiqot predmeti sifatida Z-sonlar nazariyasi hamda noravshan to'plam asosida baholash masalalarini tahlil qilish va shakllantirish, ularni yechishni algoritmik va dasturiy ta'minlash qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlashning zamonaviy tizimi belgilangan.

Ilmiy-tadqiqot ishning ilmiy ahamiyati Z-sonlar nazariyasi elementlariga asoslangan baholash modellarini qurish. Noravshan to'plamlar va Z-sonlar nazariyasini o'rganayotgan olimlarning amaliy va nazariy ilmiy ishlari uchun dasturiy majmua loyihasini ishlab chiqish va dasturiy ta'minotini yaratish.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati. Ilmiy tadqiqod ishi natijasi sifatida yaratilgan veterinariya sohasi uchun tajriba asosida olingan qon tahlillari natijasida bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligi darajasini aniqlashdan iborat hamda kasallikni erta aniqlab oldini olish uchun kerakli ma'lumotlarni taqdim etishda undan tashqari tadqiqotchilar, viterinarlar ham dasturdan foydalanishlari mumkin.

Himoyaga qo'yilgan asosiy masalalar quyidagilardan iborat:

- Z-sonlar nazariyasi elementlariga asoslangan baholash modellarini qurishdan;

- Noravshan mantiq asosida noravshan algoritmnini ishlab chiqishdan iborat.
- MD da Bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligini aniqlash va davolash dasturi masalasini qo'yilishi quyidagi shartlarga asoslangan:
 - ❖ Bug'oz sigirlardagi qon tahlili natijalarini faylga kiritish;
 - ❖ Bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligi darajasini aniqlash;
 - ❖ Bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligini davolash usullarini aniqlash.
 - ❖ Bug'oz sigirlarda mikroelementoz kasalligi uchrashini kamaytirish.

Dasturiy mahsulotga qo'yiladigan talablar

1. Funktsional talablar.

Dastur quyidagi funktsiyalarni bajara olishi zarur:

- Boshlang'ich qiymatlarni kiritish;
- Kiritilgan natijalar bo'yicha bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligi darajasini ajratib olish;

Natijalar:

- Bug'oz sigirlardagi qon tahlili natijalarini faylga kiritish;
- Bug'oz sigirlardagi mikroelementoz kasalligi darajasini aniqlash;
- mikroelementoz kasalligini davolash usullarini aniqlash.

2. Ishonchlilikka qo'yiladigan talablar:

- Dasturda kiritilgan matnni so'zlarga ajratib olmasdan so'zlar ro'yxatini yaratib bo'lmaydi.
- Foydalanuvchining dastur bilan ishlayotganda foydalanuvchiga ko'rinmaydigan har bir harakat haqida ma'lumot beradi.

3. Texnik vositalar tarkibi va parametrlariga qo'yiladigan talablar:

- Dastur IBM turidagi barcha shaxsiy kompyuterlarda ishlashi kerak;
- Minimal konfiguratsiya:

Prosesor turi: Pentium va undan yuqori.

Operativ xotira hajmi: 32 Mb va undan yuqori.

4. Axborot va dasturiy moslashuvga talablar.

Dastur Windows oilasiga mansub operasion tizimlarda (Windows 95, Windows 98, Windows 2000, Windows XP va h.k.) ishlaydi.

Tadqiqot ishinig aprobatsiyasi. Dissertatsiyaning asosiy xususiyatlari nashr ettirilgan maqolalarda o'z aksini topgan.

Tadqiqot mavzusi bo'yicha -

1. Soqiyev T., Nabiyeu S. Architecture of the medical information system. Международный научно-практический журнал «Теория и практика современной науки» Выпуск № 7(25) (июль, 2017). Сайт: <http://www.modern-j.ru>

2. Soqiyev T., Nabiyeu S. Архитектура медицинской информационной системы. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. Section 4. Computer science, computer injeeneering and automation. Issue: 05 Volume: 61. Published: 14.05.2018. p.35-39

3. Primova X., Nabiyeu S. Tegishlilik funktsiya holatida noravshan son vazn darajasini hisoblash. Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va dasturiy ta'minot yaratishda innovatsion g'oyalar Respublika ilmiy-texnik anjumanining ma'ruzalar to'plami 2019. 33-36 bet

4. Primova X., Nabiyeu S. Z-sonlardan foydalanishda qaror qabul qilishning samarali usuli. Iqtisodiyotning tarmoqlarini innovatsion rivojlanishida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining ahamiyati Respublika ilmiy-texnik anjumanining ma'ruzalar to'plami 1-qism 2019. 378-380 bet.

5. Qarshiev A., Nabiyeu S., Egamqulov A. Medical information systems. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. SECTION 4. Computer science, computer injeeneering and automation. Issue: 04 Volume: 72. Published: 30.04.2019. p.505-508 Primova X., Nabiyeu S. Компактная и некомпактная z-информация в системе нечеткого вывода. Узбекский журнал “Проблемы информатики и энергетики” № 3. 2019.

6. Fayziyev V. Classification of medical information systems. Международный научно-практический журнал «Мировая наука» Выпуск № 6(27) 2019.

7. Primova X., Soqiyev T., Nabiyeu S. Development of medical information systems. XIII International scientific and technical conference "Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines" 7 November 2019, Omsk, Russia. (Scopus).

8. Primova X., Nabiyeu S. Эффективность медицинских информационных систем. Республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении», 6 сентября 2019.

9. Primova X., Soqiyev T., Nabiyeu S. Развития медицинских информационнкх систем. International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICICST) Scopus 2019

Dissertarsiyaning tuzilishi qo‘yilgan vazifalar yechimining ketma-ketligi bilan belgilangan. Dissertarsiya kirish, uchta bob xulosa, adabiyotlar ro‘yxatidan va ilovadan iborat. Birinchi bob uchta paragraf, ikkinchi bob uchta paragraf va 2 ta qism paragraflardan, uchinchi bob ikkita paragrafdan tashkil topgan.

Kirish qismida magistrlik dissertatsiyasining oldiga qo‘ygan maqsad va vazifalar, mavzuning dolzarbligi, ishning amaliy va nazariy qiymatining asoslanganligi, himoyaga olib chiqilgan asosiy holatlarning umumiy tavsifi va tahlil usullari to‘g‘risida ma’lumot berilgan.

Birinchi bobda Z-sonlar tushunchasi, nazariyasining rivojlanish tarixi, Z-sonlarga asoslangan kutilayotgan foydalilik, Z-sonlar yondashuvini shoke integrali asosidagi qaror qabul qilishga qo'llanilishi, Mavxumlik muhitida z-sonlardan foydalangan holda qaror qabul qilish usuli haqida beriladi.

Ikkinchi bobda Noravshan toplamlar nazariyasi va noravshan mantiq - noaniqliklar ustida ishlashning asosiy atama va tushunchalari tegishlilik funksiyasi (membership function) va noravshan toplamning quvvatiga etibor qaratiladi

Uchinchi bobda esa Noravshan ifodalar asosida kompleks kasallik tahlil usulining qo'llanilishini o'ziga xosliklari yoritiladi. Xulosa qismida bitiruv ishining asosiy natijalari va uning amaliy tadbirlari bayon qilingan

Ilova qismida dasturning oynalari ko'rinishlari keltirilgan.

Dissertatsiyaning hajmi 90 bet.

1-bob. Z- SON TUSHUNCHASI —MAVXUM HISOBLASHDAGI YaNGI YO'NALISH

Qarorlar axborotga asoslanadi. Foydali bo'lishi uchun axborot ishonchli bo'lishi kerak. Umuman olganda Z-son tushunchasi axborotning ishonchliligi masalasiga bog'liq bo'ladi. Z-son, Z, ikkita komponentga ega bo'ladi: $Z=(A,B)$. Birinchi komponent A haqiqiy qiymatli mavxum o'zgaruvchi X qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlarga bo'lgan cheklanishdir (umumlashgan cheklanish). Ikkinchi komponent B birinchi komponentning ishonchlilik (aniqlik) o'lchovidir. Odatda A va B lar natural sonlarda ta'riflanadi. Masalan: (taxminan 45 daqiqa, juda ishonchli). Juda muhim masala Z-sonlarni hisoblash bilan bog'liqdir. Misollar: (taxminan 45 daqiqa, juda ishonchli) bilan (taxminan 30 daqiqa, ishonchli) ning yig'indisi nimaga teng? (Taxminan 100, ehtimoliy) ning kvadrat ildizi nima? Z-sonlar bilan hisoblash So'zlar bilan hisoblash (SH yoki SBH) doirasiga tushadi.

Z-sonni umumiy nuqtai-nazardan ko'rib chiqish uchun mavxum hisoblashlarning umumiylik darajalari mavjud bo'lgan kontsepttsual usqurtmani qurib olish foydalidir, bunda har bir daraja cheklanishlar sinfini ifodalaydi. Asos darajasi deb ataluvchi eng quyi daraja haqiqiy sonlar fazosi R dan iborat. Keyingi daraja, 1-daraja, oraliqlar fazosidir. 2-daraja noravshan sonlar fazosi (R dagi mumkinlik taqsimotlari) va tasodifiy sonlar fazosidir (R dagi ehtimollik taqsimotlari). Eng yuqori daraja bo'lgan 3-daraja Z-sonlar fazosidir.

Z-soni (X,A,B) shaklidagi tartiblangan uchlikdan iboratdir, bu esa (A,B) Z-sonining X ga tayinlanishiga ekvivalentdir, bunda X (A,B) kabi yoziladi. Z-baholashlar to'plami Z-axborot deb ataladi. Ta'kidlab o'tish muhim bo'lgan narsa shuki, kundalik hayotdagi mavxum ma'lumotlarning ko'pchiligi Z-axborot sifatida ifodalanadi. Masalan: odatda Robert ofisdan soat kechki 5 lar atrofida chiqadi. Odatda Robert ishdan keyin uyiga bir soatlar atrofida vaqtda yetib boradi. Robert uyiga qachon yetib boradi? Ushbu ma'lumotlar va savolni quyidagicha ifodalash

mumkin: (jo'nash vaqti, taxminan kechki 5, odatda) va (sayohat vaqti, taxminan 1 soat, odatda); (etib borish vaqti, ?A, ?B).

Z-sonlar bilan hisoblash shunisi bilan murakkabki, bunda ehtimoliy zichlik funktsiyalari emas, balki bunday funktsiyalarga bo'lgan noravshan cheklanishlar ma'lum bo'ladi. Noravshan cheklanishlar bilan hisoblashlarni bajarish uchun noravshan mantiqning kengaytirish tamoyili talab qilinadi. Umuman olganda kengaytirish tamoyili argumentning qiymatlari emas, balki argumentlarning qiymatlariga bo'lgan cheklanishlar ma'lum bo'lgan hollardagi funktsiya qiymatini baholash uchun formalizm hisoblanadi.

Z-sonlar bilan hisoblash haqiqiy sonlar bilan hisoblashning muhim umumiyashtirilishi hisoblanadi. Xususan, Z-sonlarning umumiyligi ayniqsa qarorlarni tahlil qilish, rejalashtirish, tavakkalchiliklarni baholash, iqtisodiyot va biotibbiyot kabi sohalarda borliqning yaxshiroq modellarini qurishga bo'lgan ehtimolni ochib beradi.

1.1. Z- sonlarga asoslangan kutilayotgan foydalilik

Qarorlar nazariyasida qarorga bog'liq axborotning to'rtta umumlashtirilishi mavjud. Birinchi umumlashtirishda "ravshan" sonlardan foydalaniladi. Ikkinchi umumlashtirishda oraliqlardan foydalaniladi. Mavjud qarorlar nazariyalari asosan ushbu umumlashtirishlarga asoslanadi: Kutilayotgan foydalilik (Expected Utility) va Istiqbol nazariyasi (Prospect Theory) sonli ma'lumotlardan foydalanadi va Maksimal kutilgan foydalilik kabi bir nechta dastlabki ma'lumotlarga asoslanuvchi nazariyalar oraliq qiymatli ma'lumotlardan foydalanadi. Uchinchi umumlashtirish noravshan to'plamlarga asoslanadi. Bu sohada lingvistik afzalliklar, noravshan foydalilik funktsiyasi, noravshan ko'p mezonli qaror qabul qilish kabilarga bag'ishlangan bir qator ishlar mavjud. Afsuski ushbu uchta umumlashtirishlarga asoslangan barcha qaror qabul qilish yondashuvlari haqiqiy ishonchlilik bilan ish

ko'rmaydi. Ushbu ishda ma'lumotlarni ifodalashni eng yuqori darajadagi umumlashtirish sifatida Z-sonlardan foydalangan holda Kutilayotgan foydalilikka asoslangan qaror qabul qilish nazariyasini umumlashtiramiz. Taklif qilingan tadqiqotda asosiy urg'u Z-qiymatli ma'lumotlar bilan qaror qabul qilishga bo'lgan operatsion yondashuvga beriladi.

Ilmiy nazariyalarda, jumladan qarorlarni tahlil qilish, tizimli tahlil, boshqaruv kabilarda axborotni tasvirlashni umumlashtirishning to'rtta darajasi mavjud [1]. Birinchi darajada sonlardan (sonli axborot) foydalaniladi. Ikkinchi daraja oraliqlardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Uchinchi darajada noravshan sonlar yoki tasodifiy sonlardan foydalaniladi. Umumlashtirishning to'rtinchi va eng yuqori darajasida Z-sonlardan foydalaniladi. Z-soni tushunchasi Lutfi Zoda tomonidan ilgari surilgan [1] va ko'rib chiqilayotgan o'zgaruvchining noravshan qiymati va foydalanilgan qiymatga nisbatan ishonchlilik yoki ishonchning tegishli noravshan qiymatini o'z ichiga oluvchi formal qurilmani ifodalaydi.

Ishonch hisobga olingan ma'lumotlarni ifodalashdan foydalanishga bag'ishlangan anchagina ishlar mavjud, bularga misollar: ESPLAN ekspert tizimi [2], ikkinchi tartibli noaniq ierarxik modellar [3-7] va boshqalar. Biroq ushbu ishlarda ishonch aniq son yoki oraliq bilan ifodalanadi. Bir tomondan tegishli axborot deyarli har doim mukammal va xattoki sonli ham emas va boshqa tomondan odam miyasi qat'iy cheklangan (sonli yoki oraliq qiymatli) ishonchga erishish uchun yuqori darajada cheklangan hisoblash qobiliyatiga egaligi tufayli bu intuitsiyaga qarshi va mos emasdir. Haqiqiy dunyoda ishonch yoki axborotning ishonchliligi umumiy holda tabiiy tilda (TT) tasvirlanadi. Z-sonlarning nima uchun TT-ga asoslangan nomukammal axborotni, jumladan ishonchlilikni modellashtirish va uni davom ettirgan holda qaror qabul qilish, modellashtirish kabi turli muhim vazifalarni hal qilish uchun yangi eshikni ochishining sababi xuddi shudir.

[8,9] da Z-sonlardan qaror qabul qilishda foydalanish taklif qilinadi, biroq ushbu ishlarda taklif qilingan yondashuvlarda ishonchlilikning noravshan qiymatini keyinchalik hisoblashlarda foydalaniluvchi "ravshan" songa kamaytirish

natijasidagi ma'lumotlarning yo'qotilishi mavjud emas. Insonning mukammal bo'lmagan axborot bilan ishlashdan iborat ajoyib qoibiliyati muhim rol o'ynaydigan asosiy sohalardan biri sifatidagi qaror qabul qilishning maqsadlari uchun Z-sonlar bilan to'g'ridan-to'g'ri hisoblashlarga bo'lgan operatsion yondashuvni o'rnatish ehtiyoji mavjud. Bu maqolada biz qaror qabul qilishga bo'lgan operatsion yondashuvni taklif qilamiz, u mashhur Kutilayotgan foydalilikni qo'llashni Z-qiymatli ma'lumotlargacha kengaytiradi. Maqola quyidagicha tuzilgan. II bo'lim ushbu maqolada foydalaniluvchi formal tushunchalar sifatida ayrim dastlabki talab qilingan materiallarni o'z ichiga oladi. III bo'limda Z-sonlar bilan Kutilayotgan foydalilik asosida qaror qabul qilish masalasining qo'yilishi taklif qilinadi. Taklif qilingan yondashuvning qo'llanilishiga misol V bo'limda keltiriladi. VI bo'lim xulosadir.

1-ta'rif. Z-son [1]. Z-soni noravshan sonlar $(\tilde{A}, \tilde{B})$ ning tartiblangan juftligidir. $\tilde{A}$ - haqiqiy qiymatli mavxum o'zgaruvchi qabul qilishini mumkin bo'lgan qiymatlarga nisbatan noravshan cheklanish. $\tilde{B}$ - birinchi komponentning ishonchliligi o'lchovi (1-rasm)

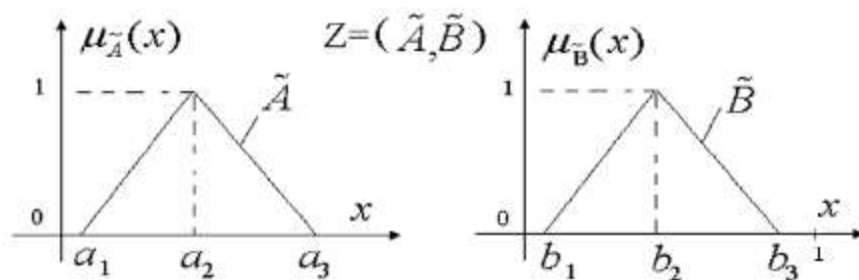


Fig. 1. A simple Z-number

2-ta'rif. Ikki o'zaro bog'liq bo'lmagan normal tasodfiy o'zgaruvchilarning yig'indisi [10]. X va Y ehtimoliy zichlik funktsiyalari mos ravishda

$$p_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_X} e^{-\frac{(x-m_X)^2}{2\sigma_X^2}} \text{ ba } p_Y(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_Y} e^{-\frac{(y-m_Y)^2}{2\sigma_Y^2}} \text{ bo'lgan ikkita o'zaro bog'liq}$$

bo'lmagan normal tasodifiy o'zgaruvchilar bo'lsin. X va Y larning yig'indisi $Z = X + Y$ ning zichlik funktsiyasi quyidagicha bo'lsin:

$$p_Z(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2)}} e^{-\frac{(z-(m_X+m_Y))^2}{2(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2)}}$$

3- ta'rif. Ikkita normal zichlik funktsiyalarining ko'paytmasi.

Ikki $p_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1}} e^{-\frac{(x-m_1)^2}{2\sigma_1^2}}$ va $p_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2}} e^{-\frac{(x-m_2)^2}{2\sigma_2^2}}$ zichlik funktsiyalarining

ko'paytmasi $p_{12}(x) = p_1(x)p_2(x)$ o'rtacha qiymati va standart chetlanishi quyidagicha bo'lgan normal zichlik funktsiyasi bo'ladi:

$$m_{12} = \frac{m_1\sigma_2^2 + m_2\sigma_1^2}{\sigma_2^2 + \sigma_1^2}$$

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_1^2\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

Soddalik uchun $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$ ni $p(m,\sigma)$ kabi yozib olamiz.

Quyida biz noravshan ehtimolliklarning [14] da berilgan integral ehtimolliklar ta'rifining kengaytmasi sifatidagi ta'rifini taqdim etamiz.

4-ta'rif. Noravshan ehtimollik. Aytaylik diskret tasodifiy o'zgaruvchi S quyidagi qiymatlarni qabul qilsin: $\{S_1, \dots, S_n\}$. Agar har qanday

$p_i \in [P_1^\alpha(S_i), P_2^\alpha(S_i)]$ uchun shunday

$p_1 \in [P_1^\alpha(S_1), P_2^\alpha(S_1)], \dots, p_{i-1} \in [P_1^\alpha(S_{i-1}), P_2^\alpha(S_{i-1})],$

$p_{i+1} \in [P_1^\alpha(S_{i+1}), P_2^\alpha(S_{i+1})], \dots, p_n \in [P_1^\alpha(S_m), P_2^\alpha(S_m)]$ S $P_\alpha S$ mavjud bo'lsaki,

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

o'rinli bo'lsa, $P(S_i) \in \mathcal{E}_{[0,1]}^1$ noravshan sonlar S ning noravshan ehtimolliklari deb ataladi, bu yerda $[P_1^\alpha(S_i), P_2^\alpha(S_i)]$ $P_1^\alpha(S_i) \in \mathcal{E}_{[0,1]}^1$, $i=1, \dots, m$ noravshan sonining α -kesimidir.

Masalaning qo'yilishi

Aytaylik, $\mathcal{S} = \{S_1, \dots, S_n\}$ tabiat holatlarining to'plami, $\mathcal{X} = \{Z_X | Z_X = (A_X, B_X), A_X \in \mathcal{E}^n, B_X \in \mathcal{E}_{[0,1]}^1\}$ Z-son qiymatli natijalar to'plami bo'lsin. $\tilde{\mathcal{F}}_S$ orqali $\mathcal{S}$ qism-to'plamlarning σ -algebrasini belgilaymiz. $\mathcal{A}_0$ orqali barcha $\tilde{\mathcal{F}}_S$ - $\mathcal{S}$ dan $\mathcal{X}$ gacha bo'lgan noravshan ko'p qiymatli chekli qadamli funktsiyalar sifatidagi o'lchash mumkin bo'lgan [11,12] Z-son-qiymatli chekli qadamli funktsiyalarni [124] va $\mathcal{A}_c$ orqali $\mathcal{A}_0$ dagi o'zgarmas Z-qiymatli funktsiyalarni belgilaymiz. Agar $\mathcal{S}$ ning $j \neq k$ uchun $H_i \subset \mathcal{S}, i = 1, 2, \dots, n$, $H_j \cap H_k = \emptyset$ ga shunday chekli bo'linishi mavjud bo'lsaki, barcha $S \in \mathcal{H}_i$ uchun $f(S) = Z_{x_i}$ bo'lsa, $f : \mathcal{S} \rightarrow \mathcal{X}$ funktsiyani Z-qiymatli chekli qadamli funktsiya deb ataymiz. Bu holda agar $S \in \mathcal{S}, Z_X \in \mathcal{X}$ uchun $g(S) = Z_X$ tenglik bajarilsa, $g : \mathcal{S} \rightarrow \mathcal{X}$ konstant noravshan funktsiya deb ataladi. Shunday qilib konstant Z-qiymatli funktsiya Z-qiymatli chekli qadamli funktsiyaning xususiy holi hisoblanadi.

Aytaylik, $\mathcal{X}^S$ ning $\mathcal{A}_c$ ni o'z ichiga oluvchi qabariq qism-to'plami bo'lsin [13]. $\mathcal{X}$ ni ma'lum chiziqli fazoning qism-to'plami deb va u holda $\mathcal{X}^S$ ni $\mathcal{S}$ dan birinchi chiziqli fazogacha bo'lgan barcha noravshan funktsiyalarning chiziqli fazosining qism-fazosi deb hisoblash mumkin. Keling endi $\mathcal{Y}$ dagi qabariq kombinatsiyalarni nuqtali tarzda ta'riflab olaylik [13]: $Z_{x_i}, Z_{x_j} \in \mathcal{X}$, va $\lambda \in (0, 1)$ uchun $\lambda Z_{x_1} + \lambda Z_{x_2} = Z_X$, bu yerda ko'paytirish va qo'shish [1] dagi kabi ta'riflanadi.

Tabiiy holatlarning ehtimolligi $Z_{P'}$ bo'yicha lingvistik ma'lumotlar holatlarning Z-qiymatli ehtimolliklari $Z_{P_i} = (A_{P_i}, B_{P_i})$ orqali ifodalanadi:

$$Z_{P'} = Z_{P_1} / S_1 + Z_{P_2} / S_2 + \dots + Z_{P_m} / S_m,$$

Taklif qilingan yondashuvda biz klassik neo-Bayes nomenklaturasini quyidagicha kengaytiramiz: $\mathcal{X}$ ning elementlari Z-qiymatli natijalardir; $\mathcal{Y}$ ning elementlari lingvistik lotereyalardir; $\mathcal{A}$ ning elementlari Z-qiymatli harakatlardir; $\mathcal{S}$ ning elementlari tabiat holatlaridir; va $\mathcal{F}_S$ ning holatlari voqealardir.

Z-qiymatli ma'lumotlar bilan qaror qabul qilish tuzilmasini quyidagi $(\mathcal{S}, P^l, \mathcal{X}, \mathcal{A})$ to'rtlik orqali ifodalash mumkin. Kutilayotgan foydalilik asosida Z-qiymatli ma'lumotlar bilan qaror qabul qilish muammosini $f^* \in \mathcal{A}$ optimal harakatni aniqlashdan iborat:

Shunday $f^* \in \mathcal{A}$ topilsinki, quyidagi tenglik o'rinli bo'lsin:

$$Z_{U(f^*)} = \max_{f \in \mathcal{A}} Z_{U(f)}.$$

Bu yerda $Z_{U(f)}$ quyidagicha aniqlanuvchi Z-qiymatli kutilayotgan foydalilik:

$$Z_{U(f)} = Z_{X_1} Z_{P_1} + \dots + Z_{X_i} Z_{P_i} + \dots + Z_{X_n} Z_{P_n}.$$

Bu yerda ko'paytirish va qo'shish amallari [1] kabi aniqlanadi.

Z-sonlar bilan Qaror qabul qilish muammosini hal qilishga bo'lgan operatsion yondashuv

Bu yerda biz ko'rib chiqilayotgan masalani tabiatning o'zaro bir-birini istisno qiluvchi va to'liq holatlari $\mathcal{S} = \{S_1, \dots, S_m\}$ ostidagi cheksiz sondagi muqobillar $f_i, i=1, \dots, n$ bilan hal qilish bo'yicha yondashuvni taqdim etamiz. Z-sonlarga ega bo'lgan qaror qabul qilish masalasini hal qilish

$Z_{U(f^*)} = \max_{f_i \in \{f_1, \dots, f_n\}} Z_{U(f_i)}$ tenglik bajariladigan $f^* \in \mathcal{A}$ harakatni aniqlashdan iborat, bu yerda $Z_{U(f)}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$Z_{U(f_i)} = Z_{X_{i1}} Z_{P_1} + \dots + Z_{X_{ij}} Z_{P_j} + \dots + Z_{X_{in}} Z_{P_n}.$$

1-bosqich. S_j tabiiy holatda f_i muqobilning Z-qiymatli natijasi $Z_{X_{ij}} = (A_{X_{ij}}, B_{X_{ij}})$, $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$ va S_j tabiiy holatning Z-qiymatili $Z_{P_j} = (A_{P_j}, B_{P_j})$ ehtimollik berilgan holda quyidagi hisoblanadi:

$$Z_{ij} = Z_{X_{ij}} \cdot Z_{P_j} = (A_{ij}, B_{ij})$$

Z_{ij} ni hisoblash quyidagicha bajariladi.

2.1. $Z_{X_{ij}}$ va Z_{P_j} Z-sonlar Z^+ sonlarga aylantiriladi:

$$Z_{X_{ij}}, Z_{P_j} \rightarrow Z_{X_{ij}}^+, Z_{P_j}^+$$

$$(A_{X_{ij}}, B_{X_{ij}}) \rightarrow (A_{X_{ij}}, p(m_{X_{ij}}, \sigma_{X_{ij}}))$$

$$(A_{P_j}, B_{P_j}) \rightarrow (A_{P_j}, p(m_{P_j}, \sigma_{P_j}))$$

$$m_{X_{ij}} = \frac{\int \mu_{A_{X_{ij}}}(u) u du}{\int \mu_{A_{X_{ij}}}(u) du}; \quad m_{P_j} = \frac{\int \mu_{A_{P_j}}(u) u du}{\int \mu_{A_{P_j}}(u) du};$$

2.2. Quyidagi hisoblanadi: $Z_{ij}^+ = Z_{X_{ij}}^+ \cdot Z_{P_j}^+ = (A_{ij}, p(m_{ij}, \sigma_{ij}))$

2.2.1. A_{ij} ni hisoblash.

A_{ij} ni hisoblash uchun quyidagi masalani hal qilishimiz kerak:

$$\mu_{A_{ij}}(a_{ij}) = \sup(\min(\mu_{A_{X_{ij}}}(a_{X_{ij}}), \mu_{A_{P_j}}(a_{P_j}))),$$

2.2.2. $p(m_{ij}, \sigma_{ij})$ ni hisoblash:

$$p(m_{ij}, \sigma_{ij}) = p(m_{X_{ij}}, \sigma_{X_{ij}}) \circ p(m_{P_j}, \sigma_{P_j}),$$

$$p(m_{ij}, \sigma_{ij}) = p\left(m_{ij} = \frac{m_{X_{ij}} \sigma_{P_j}^2 + m_{P_j} \sigma_{X_{ij}}^2}{\sigma_{P_j}^2 + \sigma_{X_{ij}}^2}, \sigma_{ij} = \frac{\sigma_{X_{ij}}^2 \sigma_{P_j}^2}{\sigma_{X_{ij}}^2 + \sigma_{P_j}^2}\right)$$

Soddalik uchun biz quyidagicha belgilab olamiz: $p = p(m_{ij}, \sigma_{ij})$

2.2.3. $\mu_{P_{ij}}(p_{ij})$ ni hisoblash:

$\mu_{P_{ij}}(p_{ij})$ ni hisoblash uchun avval quyidagi ifodalarni hisoblash kerak:

$$\int \mu_{A_{X_{ij}}}(u) p(m_{X_{ij}}, \sigma_{X_{ij}})(u) du,$$

$$\int \mu_{A_{P_j}}(u) p(m_{P_j}, \sigma_{P_j})(u) du$$

va

$$\mu_{B_{X_{ij}}} \left(\int \mu_{A_{X_{ij}}}(u) p(m_{X_{ij}}, \sigma_{X_{ij}})(u) du \right)$$

$$\mu_{B_{P_j}} \left(\int \mu_{A_{P_j}}(u) p(m_{P_j}, \sigma_{P_j})(u) du \right)$$

Keyin quyidagi optimallashtirish masalasini hal qilish orqali $\mu_{P_{ij}}(p_{ij})$ hisoblanadi:

$$\mu_{P_{ij}}(p_{ij}) = \min \left(\mu_{B_{X_{ij}}} \left(\int \mu_{A_{X_{ij}}}(u) p(m_{X_{ij}}, \sigma_{X_{ij}})(u) du \right), \mu_{B_{P_j}} \left(\int \mu_{A_{P_j}}(u) p(m_{P_j}, \sigma_{P_j})(u) du \right) \right) \rightarrow \max$$

Quyidagi shartga ko'ra:

$$p_{ij} = p(m_{X_{ij}}, \sigma_{X_{ij}}) \circ p(m_{P_j}, \sigma_{P_j})$$

2.3. B_{ij} ni hisoblash:

B_{ij} quyidagi optimallashtirish masalasini hal qilish orqali hisoblanadi:

$$\mu_{B_{ij}}(w) = \mu_{P_{ij}}(p_{ij}) \rightarrow \max$$

quyidagi shart bajarilishi sharti bilan:

$$w = \int \mu_{ij}(u) p_{ij}(u) du$$

2-bosqichdagi hisoblashlarni bajarish natijasida $Z_{ij} = Z_{X_{ij}} \cdot Z_{P_j} = (A_{ij}, B_{ij})$ olinadi.

3-bosqich. Bu bosqichda avvalgi bosqichda olingan Z_{ij} , $i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, m$ Z -sonlar

berilgan holda Z -qiymatli $Z_{U(f_i)} = Z_{X_{i1}} Z_{P_1} + \dots + Z_{X_{ij}} Z_{P_j} + \dots + Z_{X_{im}} Z_{P_m} = (A_i, B_i)$

Kutilayotgan foydalilik quyida ko'rsatilgani kabi hisoblanadi:

3.1. Z_{ij} Z -sonlar Z^+ sonlarga aylantiriladi.

$$Z_{ij} = Z_{ij}^+$$

$$(A_{ij}, B_{ij}) \rightarrow (A_{ij}, p(m_{ij}, \sigma_{ij})),$$

$$m_{ij} = \frac{\int \mu_{A_{ij}}(u) u du}{\int \mu_{A_{ij}}(u) du};$$

3.2. Quyidagini hisoblash

$$Z_{X_{i1}} Z_{P_1} + \dots + Z_{X_{ij}} Z_{P_j} + \dots + Z_{X_{im}} Z_{P_m} = (A_i, p(m_i, \sigma_i))$$

3.2.1. A_i ni hisoblash:

A quyidagi optimallashtirish masalasini hal qilish orqali hisoblanadi:

$$\mu_{A_i}(a_i) = \min_{j=1, \dots, m} (\mu_{A_j}(a_{ij})) \rightarrow \max,$$

quyidagi shartga ko'ra:

$$a_i = a_{i1} + \dots + a_{im}$$

3.2.2. $p(m_i, \sigma_i)$ ni hisoblash:

$p(m_i, \sigma_i)$ quyidagicha hisoblanadi.

$$p(m_i, \sigma_i) = p(m_i = m_{i1} + \dots + m_{im}, \sigma_i = \sqrt{\sigma_{i1}^2 + \dots + \sigma_{im}^2}).$$

Soddalik uchun quyidagicha belgilab olamiz: $p_i = p(m_i, \sigma_i)$

3.2.3. $\mu_{p_i}(p_i)$ ni hisoblash.

$\mu_{p_i}(p_i)$ ni hisoblash uchun quyidagi qiymatlarni hisoblashimiz kerak:

$$\int \mu_{A_{ij}}(u) p_{ij}(u) du, \quad j = 1, \dots, m$$

va

$$\mu_{B_{ij}} \left(\int \mu_{A_{ij}}(u) p_{ij}(u) du \right), \quad j = 1, \dots, m$$

Keyin quyidagi optimallashtirish masalasini hal qilish orqali $\mu_{p_i}(p_i)$ hisoblanadi:

$$\mu_{p_i}(p_i) = \min_{j=1, \dots, m} \left(\mu_{B_{ij}} \left(\int \mu_{A_{ij}}(u) p_{ij}(u) du \right) \right) \rightarrow \max$$

3.3. B_i ni hisoblash.

B_i quyidagi optimallashtirish masalasini hal qilish orqali hisoblanadi:

$$\mu_{B_i}(w) = \mu_{p_i}(p_i) \rightarrow \max$$

quyidagi shart bajarilishi bilan:

$$w = \int \mu_{A_i}(u) p_i(u) du$$

bosqichdagi hisoblashlarni bajarish natijasida f_i muqobil uchun Kutilayotgan foydalilikning Z - qiymatli $Z_{U(f_i)} = (A_i, B_i)$ olinadi.

1.2. Z- sonlar yondashuvini shoke integrali asosidagi qaror qabul qilishga qo'llanilishi

Noaniqlik ostidagi qaror qabul qilish tushunchasi odatda to'liq bo'lmagan, ishonchli bo'lmagan yoki aniq bo'lmagan bo'lishi mumkin bo'lgan axborot bilan bog'liq bo'ladi, shuning uchun noaniqlikning bir necha turlari mavjud. Ishonchlarning qisman yo'q bo'lishi va noravshanlik noaniqlik jihatlaridan ayrimlaridir. Ushbu maqolada biz o'z bilimlarimizni ifodalash uchun biroz boshqacha tuzilmani ko'rib chiqamiz. Zade berilgan axborotning ishonchliligiga asoslangan holda Z-sonli belgilashni ilgari suradi. Ushbu tadqiqotda biz Z-axborotni biznes muammosidagi qaror qabul qilishga qo'llaymiz va Z-sonlarga asoslanuvchi qaror qabul qilish uchun tuzilmani taklif qilamiz. Ushbu usul quyi bashorat sifatida qo'shilmaydigan o'lchovni qurish bilan bog'liqdir va u foydalilik funksiyasini qurish uchun Shoke integralida ushbu xususiyatdan foydalanadi. Taklif qilingan yondashuvni namoyish qilish uchun haqiqiy biznes misolidan foydalaniladi.

Mavjud axborotning tuzilishiga bog'liq ravishda qaror qabul qilishning ko'p sonidagi usullari mavjud bo'ladi. Eng mashhur usullardan biri bo'lib Neyman va Morgenshtern [1] tomonidan ilgari surilgan kutilayotgan foydalilik usuli va Sevij [2] tomonidan ilgari surilgan sub'ektiv kutilayotgan foydalilik usuli hisoblanadi. Kutilayotgan foydalilik nazariyasi qaror qabul qiluvchi ularning kutilayotgan foydalilik qiymatlari, ya'ni natijalarning ularning mos ehtimolliklariga ko'paytirilgan foydalilik qiymatlarini qo'shish orqali olingan vaznlashtirilgan yig'indilarni solishtirish orqali tavakkalchilikli yoki noaniq istiqbollarni tanlashini aytadi [3]. Nazariyaning ikkita yaxshi qabul qilingan versiyasi, ya'ni mavxumlik holatida Sub'ektiv kutilayotgan foydalilik nazariyasi va tavakkalchilik sharoitida Neyman-Morgenshtern nazariyasi mavjud [3].

Ushbu yondashuvlar ob'ektiv yoki sub'ektiv ehtimolliklar va foydalilik qiymatlarining aniq ma'lum bo'lishini talab qiladi. Biroq haqiqatda ko'pgina holatlarda ob'ektiv ehtimolliklar qiymatlarini aniqlash mumkin bo'lmaydi [4].

Qaror qabul qiluvchining ishonchlarini aks ettiruvchi sub'ektiv ehtimolliklar qiymatlarini aniqlash osonroq bo'ladi. Noaniqlik va mavxumlik o'lchov, ehtimollik yoki ta'riflarning jihatlari bo'lishi mumkin [5]. Ta'rifdagi noaniqlik noravshan mantiq qaratiladigan noaniqlik turi bo'lib hisoblanadi [5]. Bu tabiiy tildagi bir qiymatli bo'lmaslik, mavxumlik, sifatiylikdir [5]. Barcha mavjud klassik qaror qabul qilish nazariyalarida ehtimollik o'lchovi aniq tarzda bayon qilinishi kerak bo'lgan narsa deb hisoblanadi, biroq haqiqiy holatlarda bunga erishib bo'lmaydi. Haqiqiy dunyodagi qaror qabul qilish masalalarida, ayniqsa iqtisodiyotda duch kelinadigan bundan masalalarda bunday ehtimolliklar sub'ektiv va odatda noaniqdir. Tegishli ma'lumotlarning noaniqligini bayon qilish uchun juda ko'p yondashuvlar mavjud. Shunday yondashuvlardan biri ierarxik noaniq modellardan foydalanishdir. Bunday modellar haqiqiy masalalarga xos bo'lgan ikkinchi tartibli mavxumlikni ushlab qoladi. Bu yondashuvga ko'ra ehtimollikni baholashlar bo'yicha ekspert fikri odatda noaniq bo'ladi [6,7,8]. [7] da taklif qilingan usul harakatlar o'rtasida afzalliklarni keyingi solishtirish uchun foydalilik funktsiyalarining qiymatlarini aniqlash uchun Shoke integralidan foydalanadi. Mualliflar qo'shilmaydigan o'lchov sifatida quyi bashoratni quradilar va Shoke integralida bu xususiyatdan foydalanadilar. Shoke integrali ko'pgina afzalliklarga ega: u uzluksiz, kamaymadigan, min va maks o'rtasida joylashgan. Shoke integralidan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan eng asosiy afzallik noravshan o'lchov bilan bog'liq bo'lgan katta sondagi $(2n - 2)$ koeffitsientlardan kechib chiqadi [9] (yoki qo'shilmaydigan ehtimollik yoki xususiyat). [7] da noaniq ierarxik qaror qabul qilish modeli oraliqli ehtimolliklar bilan bayon qilinadigan birinchi va ikkinchi darajalarga ega. [8] da ushbu darajada quyiroq ehtimolliklardan foydalanish ma'nosida o'zining ikkinchi darajasida noaniqliqni namoyish qiluvchi ierarxik mavxumlik modeli taklif qilinadi. Ushbu modelning birinchi darajasi aniq yoki noaniq bo'lishi mumkin. Muallif birinchi darajaning aniq yoki noaniq bo'lishidan qat'iy nazar taklif qilingan ierarxik modelning qaror tahlili va qarorni asoslash uchun bir xil oqibatlariga ega bo'lishini ko'rsatadi.

Ushbu model noaniq ehtimolliklar, Bayes modellari va noravshan ehtimolliklarning umumlashtirilishidir. Biroq ushbu modelning tegishli ma'lumotlarning to'liqsiz ehtimolligining ko'proq darajada umumiyroq bayoni bo'lgan ehtimolliklar taqsimoti (bir nechta apriori qiymatlar) bilan ish ko'rmasligini esga olib o'tish lozim.

[10] da Zade noma'lum ma'lumotlarni bayon qilish uchun umumiyroq belgilash bo'lgan Z-sonlar tushunchasini kiritdi. Z-soni bu noravshan sonlarning tartidlangan juftligi dan iboratdir. Bu yerda ma'lum o'zgaruvchining qiymatidir va ma'lumlik yoki ishonchlilik, ishonch, haqiqat kuchi yoki ehtimollik kabi boshqa yaqin darajada bog'langan tushunchani ifodalaydi [11]. Kundalik qaror qabul qilish masalalarida ko'pchilik qarorlarning Z-sonlar shaklida bo'lishini ta'kidlab o'tish kerak. Zade kengaytirish tamoyilidan foydalangan holda Z-sonlar bilan hisoblash uchun ayrim operatsiyalarni taklif qiladi. Bu mavzu [11] da kengaytirilgan. Ushbu o'zgaruvchining tasodifiy bo'lishi faraz qilingan holda Z-baholashlar shaklidagi noaniq qiymatli o'zgaruvchi to'g'risidagi ma'lumotlarni taqdim etish uchun ushbu Z-sonlardan qanday foydalanish ko'rsatib berilgan. [12] da muallif qanday qilib qarorlar qabul qilish va savollarga javob berishni ko'rsatgan holda Z-bahoni namoyish qiladi. Yana Z-baholashlarda mavjud bo'lgan ma'lumotlar uchun 2-turdagi noravshan to'plamlardan foydalanuvchi Dempster-Shafer ishonch tuzilmasi terminlardagi muqobil ifodadan foydalaniladi. Qarorga bog'liq bo'lgan ma'lumotlarning Z-bahosining soddalashtirilgan versiyasi [12] da ko'rib chiqiladi. [13] da mualliflar Z-sonlardan foydalangan holda ko'p mezonli qaror qabul qilish masalasini ko'rib chiqadilar. Shu maqsadda Z-sonlar klassik noravshan sonlarga aylantiriladi va har bir muqobilning ustuvorlik vazni aniqlanadi.

Ushbu tadqiqotda biz mavxum ma'lumotlarning Z-bahosi orqali bayon qilingan muhit uchun Shoke integralini umumlashtirishni taklif qilamiz. Taklif qilingan yondashuvni namoyish qilish uchun haqiqiy biznes masalasini taqdim etamiz.

Ushbu maqola quyidagicha tuzilgan. 2-bo'limda talab qilinadigan dastlabki ma'lumotlarni taqdim etamiz va ayrim talab qilinuvchi materiallarni qamrab olamiz. 3-bo'limda masalaning qo'yilishini ifodalaymiz. 4-bo'limda uni hal qilish uchun foydalaniladigan usulni taqdim etamiz. 5-bo'limda taklif qilingan usulni haqiqiy biznes masalasini hal qilishga qo'llanilishini ko'rsatamiz.

1-ta'rif. Noravshan to'plamlar [14]. Aytaylik, X – ob'ektlarning oddiy elementlari x bilan belgilanadigan koinot deb ataluvchi klassik to'plami bo'lsin. X ning klassik qism-to'plami A dagi tegishlilik ko'pincha X ning xarakteristik funktsiyasi μ_A ning $\{0,1\}$ ga tengligi sifatida qaraladiki:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{iff } x \in A \\ 0 & \text{iff } x \notin A \end{cases}$$

bu yerda $\{0,1\}$ baholash to'plami deb ataladi; 1 tegishlilikni, 0 – tegishli emaslikni ko'rsatadi.

Agar baholash to'plamiga haqiqiy oraliq $[0,1]$ da bo'lishga ruxsat berilgan bo'lsa, A noravshan to'plam deb ataladi, μ_A - x ning $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ dagi tegishlilik darajasi.

2-ta'rif. Z-soni [10]. Z-soni noravshan sonlarning tartiblangan juftligi $(\tilde{A}, \tilde{R})$. $\tilde{A}$ -haqiqiy qiymatli noaniq son olishi mumkin bo'lgan qiymatlarga bo'lgan noravshan cheklanish. $\tilde{R}$ - birinchi komponentning ishonchlilik o'lchovi.

3-ta'rif. Шоке интегралы [15-20]. Айтайлик, $\varphi: \Omega \rightarrow R$ Ω даги ўлчаш мумкин бўлган ҳақиқий қийматли функция ва $\eta: \mathcal{F} \rightarrow [0,1]$ $\mathcal{F}$ да аниқланган қўшилмайдиган ўлчов бўлсин. η га нисбатан нинг Шоке интегралы куйидагича аниқланади:

$$\int_{\Omega} \varphi d\eta = \sum_{i=1}^n (\eta(B_{(i)}) - \eta B_{(i-1)}) \varphi(\omega_{(i)}) \quad (1a)$$

Bu yerda (i) indexs $\omega_i \in \Omega, i = 1, \dots, n$ elementlarning shunday o'rin almashtirishlarini nazarda tutadiki, $\varphi(\omega_{(i)}) \geq \varphi(\omega_{(i+1)})$, $\varphi(\omega_{(n+1)}) = 0$ va $B_{(i)} = \{\omega_{(1)}, \dots, \omega_{(i)}\} \subseteq \Omega$ o'rinli bo'ladi.

Harakat uchun noravshan foydalilik fnukitsyasining qiymati noravshan sonli-qiymatli Shoke integrali sifatida aniqlanadi:

$$\int_{\Omega} \tilde{\varphi} d\tilde{\eta} = \sum_{i=1}^n (\tilde{\eta}(B_{(i)}) - \tilde{\eta}(B_{(i-1)})) \tilde{\varphi}(\omega_{(i)}) \quad (1b)$$

(i) foydaliliklarning shunday baholanganligini anglatadiki,

(ii) $\tilde{\varphi}(\omega_{(1)}) \geq \dots \geq \tilde{\varphi}(\omega_{(n)})$, $\tilde{\varphi}(\omega_{(n+1)}) = 0$.

4-ta'rif. *Noravshan o'lcham* [15,21]. Aytaylik, $n \in \mathbb{N}$ - $n \in \mathbb{N}$ dagi barcha noravshan qism-to'plamlar sohasi bo'lmin. Ushbu qism-to'plamlar normallik, qabariqlik shartlarini qanoatlantiradi va kompakt tayanch bilan yuqori qismi yarim uzluksizdir. $V, W \in \mathcal{E}_n$ bo'lsin. F dagi noravshan sonli-qiymatli noravshan o'lcham ((z) noravshan o'lcham) quyidagi xususiyatlarga ega bo'lgan noravshan sonli-qiymatli noravshan to'plam:

$$(1) \quad \tilde{\eta}(\emptyset) = 0;$$

$$(2) \quad \text{agar } \tilde{V} \subset \tilde{W} \text{ bo'lsa, u holda } \tilde{\eta}(\tilde{V}) \leq \tilde{\eta}(\tilde{W});$$

$$(3) \quad \text{agar } \tilde{V}_1 \subset \tilde{V}_2 \subset \dots, \tilde{V}_n \subset \dots \in \tilde{\mathcal{F}} \text{ bo'lsa, u holda } \tilde{\eta}\left(\bigcup_{n=1}^{\infty} \tilde{V}_n\right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \tilde{\eta}(\tilde{V}_n);$$

$$(4) \quad \text{agar } \tilde{V}_1 \supset \tilde{V}_2 \supset \dots, \tilde{V}_n \supset \dots \in \tilde{\mathcal{F}} \text{ bo'lsa va shunday } n_0 \text{ topilsaki,}$$

$$\tilde{\eta}(\tilde{V}_{n_0}) \neq \infty \text{ bo'lsa, u holda } \tilde{\eta}\left(\bigcup_{n=1}^{\infty} \tilde{V}_n\right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \tilde{\eta}(\tilde{V}_n).$$

5-ta'rif. *Quyida bashorat* [22 – 27]. Izchil quyida bashorat ma'lum ratsionallik mezonini qanoatlantiruvchi qimor o'yinlaridan haqiqiy sonlarga bo'lgan to'plamdan olingan quyiroq kutilma funktsiyasi sifatida ta'riflanadi. Bu funktsiya izchil yuqori dastlabki ko'rish deb ataladigan boshqa funktsiyaning jufti hisoblanadi. Izchil quyida bashorat o'zining yuqori dastlabki ko'rish deb ataladigan jufti bilan ustma-ust tushganda biz uni chiziqli bashorat deb ataymiz. Shartsiz quyida

bashorat $\underline{P}(X)$ faqatgina va faqatgina ustuvor chiziqli bashoratlarning quyi eguvchisi bo'lgan hollardagina izchil bo'ladi.

Agar quyi bashorat $\underline{P}$ chiziqli bashoratlarning yopik qabariq to'plami P ning quyi eguvchisi sifatida ifodalansa, u holda:

$$\underline{P} = \min\{P(X) : X \subset S\} \quad (2)$$

Quyi bashorat $\underline{P}$ ekstrim nuqtalarda har bir chiziqli bashoratning ehtimolliklar zichligi funktsmiyasi sifatida xarakterlanadi [28].

Chiziqli bashorat ehtimollik o'lchovi bo'ladigan xususiy holatda quyi bashorat bir nechta dastlabki ma'lumotlarning quyi eguvchisi bo'ladi. Bu ishda biz quyi bashoratdan qo'shib bo'lmaydigan o'lchov sifatida foydalanamiz. Shuning uchun $\underline{P}$ ni η sifatida ta'riflashimiz mumkin.

3. Masalaning qo'yilishi

$s_1, s_2, \dots, s_n \in S$ holatlardagi bir nechta mumkin bo'lgan foydaliliklar $\tilde{Z}_{v_{s_1}}(f_i(s_1)), \tilde{Z}_{v_{s_2}}(f_i(s_2)), \dots, \tilde{Z}_{v_{s_m}}(f_i(s_m))$ ga ega bo'lgan harakatlar to'plami $f_1, f_2, \dots, f_n$ va tegishli holatlarning ehtimolliklari $\tilde{Z}_{P(s_1)}, \tilde{Z}_{P(s_2)}, \dots, \tilde{Z}_{P(s_m)}$ berilgan va Z-sonlar orqali bayon qilingan (1,2-jadvallar). U holda har bir harakat uchun foydalilik funtsiya qiymatini aniqlashimiz mumkin.

1-jadval. Z-sonlar sifatidagi foydaliliklarga ega bo'lgan to'lov jadvali.

	s_1	s_2		s_m
f_1	$(\tilde{V}_{s_1}(f_1(s_1)), \tilde{R}_1)$	$(\tilde{V}_{s_2}(f_1(s_2)), \tilde{R}_1)$		$(\tilde{V}_{s_m}(f_1(s_m)), \tilde{R}_1)$
f_2	$(\tilde{V}_{s_1}(f_2(s_1)), \tilde{R}_1)$	$(\tilde{V}_{s_2}(f_2(s_2)), \tilde{R}_1)$		$(\tilde{V}_{s_m}(f_2(s_m)), \tilde{R}_1)$
...				
f_n	$(\tilde{V}_{s_1}(f_n(s_1)), \tilde{R}_1)$	$(\tilde{V}_{s_2}(f_n(s_2)), \tilde{R}_1)$		$(\tilde{V}_{s_m}(f_n(s_m)), \tilde{R}_1)$

1- to'lov jadvalida $\tilde{R}_1$ foydalilik qiymati uchun ishonchlilik darajasidir.

Qaror qabul qiluvchi odatda birinchi tartibli noaniq ehtimolliklar to'g'risida ishonchi komil bo'lmaganligi sababli biz tabiat holatlarining ehtimolliklarini Z-sonlar sifatida tasvirlaymiz (2-rasm).

2-jadval. Holatlarning Z-sonlar sifatidagi ehtimolliklari. тўлов жадвалида $\tilde{R}_1$ фойдалилик қиймати учун ишончлилик даражасидир.

Қарор қабул қилувчи одатда биринчи тартибли ноаниқ эҳтимолликлар тўғрисида ишончи комил бўлмаганлиги сабабли биз табиат ҳолатларининг эҳтимолликларини Z-сонлар сифатида тасвирлаймиз (2-расм).

2-жадвал. Ҳолатларнинг Z-сонлар сифатидаги эҳтимолликлари.

$(\tilde{P}(s_1), \tilde{R}_2)$	$(\tilde{P}(s_2), \tilde{R}_2)$		$(\tilde{P}(s_m), \tilde{R}_2)$
---------------------------------	---------------------------------	-------	---------------------------------

2-jadvalda tabiiy holat ehtimolligining qiymati uchun ishonchlilik darajasi.

Rasman masalani quyidagicha ifodalash mumkin. Ma'lum noaniqlik ostida qaror qabul qilishni 4-lik $(S, \tilde{Z}_x, A, \succeq)$ deb qarash mumkin, bu yerda $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ – o'zaro bir-birini istisno qiluvchi va barchasini qamrab oluvchi tabiiy holatlar, $\tilde{Z}_x$ – Z- baholash orqali bayon qilingan natijalar to'plami. A $f: S \rightarrow \tilde{Z}_x$ funktsiyalar bo'lgan harakatlar to'plami, $\succeq$ harakatlar to'plamidagi qo'shib bo'lmaydigan afzallik munosabati. Noma'lumlik ostidagi qaror qabul qilishda S bo'yicha ehtimollik noaniq bo'ladi. $F_S S$ ning B qism-to'plamlarining σ - algebrasi. A_0 orqali S dan X gacha bo'lgan barcha F_S – o'lchash mumkin bo'lgan qadam qiymatli funktsiyalarni va AC bilan A_0 dagi konstant harakatlarni belgilaymiz. Aytaylik, A X^S ning A_C ni o'z ichiga oluvchi qabariq qism-to'plami bo'lsin. X ni ma'lum chiziqli sohaning qism-to'plami deb va u holda X^S ni S dan birinchi chiziqli sohagacha bo'lgan barcha funktsiyalarning chiziqli sohasining qism-sohasi deb hisoblash mumkin. Masala foydalilik funktsiyasi vositasida muqobillar orasidan afzalliklarni aniqlashdan iborat. Masala foydalilik funktsiyasi vositasida muqobillar orasidan afzalliklarni aniqlashdan iborat.

Taklif qilingan qaror qabul qilish uslubiylati afzalliklarni bayon qilish uchun Shoke kutilayotgan foydaliligidan foydalanadi. Bu yerda foydalaniladigan kutilayotgan foydalilik quyidagicha:

$$\tilde{Z}'_{U(f_i)} = \int_S \tilde{Z}'_{v_{s_j}(f_i(s))} d\tilde{Z}'_\eta \quad (3)$$

Bu holda qaror qabul qilish masalasi shunday $f^* \in A$ optimal harakatni aniqlashdan iborat bo'ladiki:

$$\tilde{Z}'_{U(f_i^*)} = \max_{f \in A} \left\{ \int_S \tilde{Z}'_{v_{s_j}(f_i(s))} d\tilde{Z}'_\eta \right\} \quad (4)$$

Aytaylik, $s_j \in S$ holatlarning $\tilde{Z}'_{v_{s_j}(f_i(s_j))} = (\tilde{v}_{s_j}(f_i(s_j)), \tilde{R}_1)$ natijalari va

$\tilde{Z}'_{P(s_j)} = (\tilde{P}(s_j), \tilde{R}_2)$ ehtimolliklari bo'lsin, bu yerda

$$\tilde{R}_1 = \{(x_2, \mu_{\tilde{R}_1}(x)) : x_2 \in [0,1]\} \quad \text{va} \quad \tilde{R}_2 = \{(y_2, \mu_{\tilde{R}_2}(y)) : y_2 \in [0,1]\}$$

trapetsiyasimon va uchburchaksimon noravshan sonlar orqali ifodalanadi.

Ushbu tadqiqot ishida S dagi ehtimollik taqsimoti to'g'risidagi faqatgina NL-bayon qilingan oqilona bilim berilgan, deb faraz qilinadi. Bu s_j holatning Z -son orqali bayon qilish mumkin bo'lgan lingvistik ehtimollik $\tilde{P}_j$ ga tayinlanganligini anglatadi. Masala uchun dastlabki ma'lumotlar $m - 1$ ta tabiiy holatlar uchun berilgan lingvistik ehtimolliklar orqali ifodalanadi, bunda berilgan holatlardan biri uchun ehtimollik noma'lum bo'ladi. Shuning uchun dastlab noma'lum ehtimollikni olish talab qilinadi. Berilgan ehtimolliklar $\tilde{Z}_{P(s_1)}, \tilde{Z}_{P(s_2)}, \dots, \tilde{Z}_{P(s_{j-1})}, \dots, \tilde{Z}_{P(s_m)}$ asosida $s_j - \tilde{Z}_{P(s_j)}$ holatning noma'lum ehtimolligini aniqlash uchun biz [15] da taklif qilingan usuldan foydalanamiz.

To'lov jadvali va to'liq ehtimolliklar taqsimoti berilgan holda biz (3) asosida Shoke integrali qiymatlarini baholashimiz mumkin. Shu maqsadda biz Z -sonlar bilan hisoblashlardan foydalanmiz, bu esa S o'zlar bilan hisoblashlar sohasiga

tushadi. Ushbu tadqiqot ishidagi Z-ma'lumotlar bilan hisoblashlar Z-sonlarni aylantirishga asoslanadi [12,13].

Berilgan Z-sonlarni natijalar va ehtimolliklarga aylantirish uchun eng avval natija va ehtimollik qiymatlarining ishonchliligini tavsiflovchi R_1 va R_2 noravshan sonlarning kutilgan qiymatlarini aniqlashimiz kerak:

$$\alpha_1 = \frac{\int x \mu_{\tilde{R}_1}(x) dx}{\int \mu_{\tilde{R}_1}(x) dx} \quad (5)$$

$$\alpha_2 = \frac{\int y \mu_{\tilde{R}_2}(y) dy}{\int \mu_{\tilde{R}_2}(y) dy} \quad (6)$$

Endi natija va ehtimollik o'zgaruvchilari qiymatlarini quyidagicha ifodalashimiz mumkin: $\tilde{Z}_{v_{s_j}(f_i(s))}^{\alpha_1} = (a_1, a_2, a_3, a_4; \alpha_1)$, $\tilde{Z}_{P(s_j)}^{\alpha_2} = (c_1, c_2, c_3; \alpha_2)$.

Keyin biz ushbu vaznlashtirilgan Z-sonni noravshan songa aylantiramiz:

$$\tilde{Z}'_{v_{s_j}(f_i(s))} = (\sqrt{\alpha_1} a_1, \sqrt{\alpha_1} a_2, \sqrt{\alpha_1} a_3, \sqrt{\alpha_1} a_4; 1),$$

$$\tilde{Z}'_{P(s_j)} = (\sqrt{\alpha_2} c_1, \sqrt{\alpha_2} c_2, \sqrt{\alpha_2} c_3; 1).$$

To'liq ehtimolliklar taqsimoti berilgan holda quyi bashoratni quramiz. Lingvistik ehtimolliklar taqsimoti $\tilde{P}$ dan quyi bashorat $\tilde{Z}'_{v_s(f(s))}$ ni aniqlash ushbu modelda afzalliklarni aniqlashda juda katta ahamiyatga ega.

Tabiat holatlari shunchaki ayrim elementlar bo'lgan hollarda o'lchov [15] da quyidagicha aniqlanadi:

$$\tilde{Z}'_{\eta^{\tilde{P}}}(H) = \bigcup_{\alpha \in (0,1]} a \cdot [\tilde{Z}'_{\eta^{\tilde{P}}_{left}}{}^{\alpha}(H), \tilde{Z}'_{\eta^{\tilde{P}}_{right}}{}^{\alpha}(H)], H \subset S = \{s_1, \dots, s_m\} \quad (7)$$

bu yerda

$$\tilde{Z}'_{\eta^{\tilde{P}}}{}^{\alpha}(H) = \inf_{s_j \in H} \{ \sum (p(s), \dots, p(s_m)) \in P^{\alpha} \}$$

$$P^{\alpha} = \{ (p(s_1), \dots, p(s_m)) \in P_1^{\alpha} \times \dots \times P_m^{\alpha} \mid \sum_{j=1}^m p(s_j) = 1 \}$$

Bu yerda $P_1^\alpha, \dots, P_m^\alpha$ noravshan $P_1, \dots, P_m$ ehtimolliklarning α -kesimlaridir, $p(s_1), \dots, p(s_m)$ $\tilde{P}_1, \dots, \tilde{P}_m$ uchun boshlang'ich ehtimolliklar, $\times$ - Dekart tizimidagi ko'paytirishni bildiradi.

Endi (7) va [15] da foydalanilgan usulni hisobga olgan holda uning quyi ehtimolliklar funktsiyasi (quyi bashorat) sifatida bo'lishi mumkin bo'lgan ehtimolliklar taqsimotlarining noravshan to'plamidan uchburchaksimon tegishlilik funktsiyasiga ega bo'lgan noravshan o'lchamni qurishimiz mumkin.

Trapetsiyasimon va uchburchaksimon tegishlilik funktsiyalarga ega bo'lgan oddiy noravshan sonlarga ega bo'lganligimiz uchun (1b) orqali har bir muqobil uchun $\tilde{U}(f(s))$ foydalilik funktsiyasining noravshan qiymatlarini olishimiz mumkin:

$$\begin{aligned} \tilde{Z}'_{U(f_i)} &= \int_s \tilde{Z}'_{v_{s_j}(f_i(s))} d\tilde{Z}'_{\eta_{\tilde{P}}} = \int_s \sqrt{\alpha_1} \times \tilde{v}_s(f(s); 1) d\tilde{Z}'_{\eta_{\tilde{P}}} = \\ &= \sum_{j=1}^m (\tilde{Z}'_{\eta_{\tilde{P}}}(H_{(j)}) - \tilde{Z}'_{\eta_{\tilde{P}}}(H_{(j-1)})) \tilde{Z}'_{v_{s(j)}(f_i(s))} = \\ &= \sum_{j=1}^m (\tilde{Z}'_{\eta_{\tilde{P}}}(H_{(j)}) - \tilde{Z}'_{\eta_{\tilde{P}}}(H_{(j-1)})) (\sqrt{\alpha_1} \times \tilde{v}_{s(j)}(f_i(s); 1)) \end{aligned}$$

(8)

Optimal harakat $f^* \in A$ (4) ga ko'ra olinadi.

1.3 Mavxumlik muhitida z-sonlardan foydalangan holda qaror qabul qilish usuli

Noravshan mantiq vositalari bilan ko'p mezonli qaror qabul qilish kombinatsiyasi abadiyotlarda juda dolzarblik kasb etadi. Klassik noravshan songa qaraganda Z-soni inson bilimini tavsiflash uchun ko'proq darajada qobiliyatga ega. U cheklanish va ishonchlilikni tavsiflashi mumkin. Bu maqolada ko'p mezonli qaror qabul qilish masalasini hal qilish uchun Z-soni qo'llaniladi. Taqdim qilingan usul tartibini ko'rsatish uchun sonli misoldan foydalaniladi.

Qaror qabul qilishga haqiqiy dunyoda doimo ehtiyoj mavjuddir. Ko'pgina hollarda inson qobiliyati bilan cheklangan bir qator omillarga bog'liq ravishda tanlovlarni amalga oshirish juda qiyin masala bo'ladi. Noravshan muhitda ekspertlarning afzalliklarini ifodalash uchun stanart usul odatda nodan birgacha bo'lgan oraliqda baholagan sonli qiymatlardan foydalanadi. Biroq ekspertlar o'zlari afzal ko'rganlariga aniq sonli qiymatlarni bera olmaydigan ma'lum qiyin qarorlar mavjud. Bunday hollarda afzallikni ifodalash uchun sonli qiymatlarning o'rniga lingvistik baholashlardan muqobil tarzda foydalaniladi [1-3]. [4] da noravshan afzallik munosabatlarining qo'shiluvchi o'tuvchanlik xususiyatiga asoslangan izchillikning yangi tavsiflanishi ilgari suriladi. Ushbu yangi tavsiflash ekspertlarning fikrlari o'rtasidagi izchillikni osongiga tekshirishga imkon beradi. Ekspertlarning fikrlari agar-u holda qoidalaridan foydalangan holda ifodalanadi. [5] da sabab-oqibat ma'lumotlar bazalari uchun Agar-u holda qoidalarini hosil qilish uchun bilimlarni kashf qilish usullaridan biri – lingvistik umumlashtirish [6-8] yondashuvlari taklif qilinadi. 1-turdagi va oraliqli 2-tur noravshan to'plamlar ko'rib chiqiladi. Ko'pgina texnik adabiyotlarda [9-13] beshta sifatiy o'lchovlar – haqiqiylik darajasi, yetarli darajada qamrab olish, ishonchlilik, tashqaridalilik va soddalik bayon qilinadi. Ular orasida eng ishonchli va ifodalovchi qoidalarni topish uchun ishonchlilik darajasi ayniqsa muhimdir.

Matematik ta'riflar va belgilashlar

1-ta'rif. Z-soni [14]. Z-soni noravshan sonlarning tartiblangan juftligi $(\tilde{A}, \tilde{B})$ dan iborat. $\tilde{A}$ - bu haqiqiy qiymatli mavxum o'zgaruvchi qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlarga bo'lgan noravshan cheklanishdir. $\tilde{B}$ - birinchi komponentning ishonchliligi o'lchovidir.

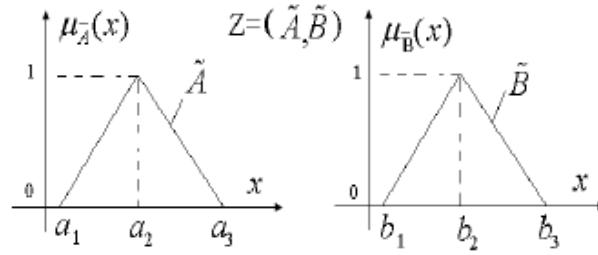


Fig.1. A simple Z-number

2- ta’rif. [9]. Uchburchakli noravshan son $\tilde{A}$ ni (a_1, a_2, a_3) uchlik sifatida ta’riflash mumkin, bu yerda tegishlilikni quyidagi tenglama bilan aniqlash mumkin:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \in [-\infty, a_1] \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & x \in [a_1, a_2] \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & x \in [a_2, a_3] \\ 0, & x \in [a_3, +\infty] \end{cases}$$

3- ta’rif [9]. X olamda aniqlangan A noravshan to’plam quyidagicha berilishi mumkin:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

bu yerda : $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ tegishlilik funktsiyasi. $\mu_A(x)$ tegishlilik qiymati A dagi $x \in X$ tegishlilik darajasini bayon qiladi.

4-ta’rif. Aytaylik, $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ va $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ ikkita uchburchaksimon noravshan sonlar bo’lsin. $\tilde{A}$ va $\tilde{B}$ uchburchaksimon noravshan sonlarning tartiblangan birlashtirilgan ifodasini mos holda quyidagicha olishimiz mumkin [20]:

$$P(\tilde{A}) = \frac{1}{6}(a_1 + 4 \times a_2 + a_3)$$

$$P(\tilde{B}) = \frac{1}{6}(b_1 + 4 \times b_2 + b_3)$$

$\tilde{A}$ va $\tilde{B}$ uchburchaksimon noravshan sonlar ustidagi ko'paytirish operatsiyasining kononik ifodasi quyidagicha ta'riflanadi:

$$P(\tilde{A} \otimes \tilde{B}) = P(\tilde{A}) \times P(\tilde{B}) = \frac{1}{6}(a_1 + 4 \times a_2 + a_3) \times \frac{1}{6}(b_1 + 4 \times b_2 + b_3)$$

5-ta'rif [19]. Har bir muqobilning afzallik vazni quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$w(Z_a) = \sum w(Z_a)w(Z_f)$$

Bu yerda Z_a – mezonning vazni va Z_f – har bir mezonning qiymati.

Z- sonlardan foydalangan holda qaror qabul qilish usuli algoritmi

Noma'lumlik muhitida Z-sonlardan foydalangan holda qaror qabul qilish algoritmi quyidagicha:

1-qadam. Qaror qabul qilish masalasi uchun noravshan qaror qabul qilish matritsasini qurish.

2-qada. Lingvistik qiymatni sonli qiymatga almashtirish.

3-qadam. Noravshan qaror qabul qilish matritsasini normallashtirish.

4-qadam. Z-sonlarni ravshan songa aylantirish.

5-qadam. Har bir muqobilning afzallik vaznini aniqlash. Qaror masalasining qo'yilishi

Ma'lumki, portfolioni tanlash sarmoya kiritish va moliyaviy tadqiqotlar sohasidagi standart va eng muhim samalalardan biri hisoblanadi. Portfoioni tashlashdan iborat hayotiy biznes masalasi quyidagi u sharoit bilan tavsiflanadi:

1. Iqtisodiyot pastlaydi.
2. O'zgarish yo'q.
3. Iqtisodiyot kengayadi.

Keling, portfolioni tanlash masalasini Z-sonlar sifatida tavsiflangan noaniq ehtimolliklar bilan qaror qabul qilish masalasi sifatidagi formal bayonini beraylik.

1) Tabiiy holat. Tabiiy holatlar uchta iqtisodiy sharoit bilan ifodalanadi. Portfolioni tanlash davomida iqtisodiy sharoitni aniq tanib olish juda muhimdir. Buni hisobga olish iqtisodiy sharoitni

Z-sonlardan foydalangan holda mos tarzda bayon qilib berishdir. Z-sonlar bilan tavsiflangan tabiiy holatlar $S = \{s_1, s_2, s_3\}$ quyidagilardir:

Iqtisodiyot pasayadi - $s_1 : \tilde{Z}(\tilde{P}(s_1), \tilde{B}_1) = \tilde{Z}(\text{low}, \text{veryhigh})$

O'zgarish yo'q - $s_2 : \tilde{Z}(\tilde{P}(s_1), \tilde{B}_1) = \tilde{Z}(\text{middle}, \text{veryhigh})$

Iqtisodiyot kengayadi - $s_3 : \tilde{Z}(\tilde{P}(s_1), \tilde{B}_1) = \tilde{Z}(\text{very low}, \text{veryhigh})$

2) Muqobillar. Muqobillar uchta harakat (A, B, C tanlov) bilan ifodalanadi.

3) Foydaliliklar. Har bir holat uchun muqobillarning foydaliligi Z-sonlar bilan ifodalanadi. Shuning uchun biz portfolioni tanlash masalasini Z-sonlardan foydalangan holda har bir muqobil uchun afzallik vaznini aniqlash sifatida ifodalaymiz.

1-bob bo'yicha Xulosalar

Qarorlar asoslanadigan ma'lumotlarning muhim sifat belgisi ularning ishonchliligiga asoslanadi. Afsuski deyarli barcha qaror qabul qilish nazariyalarida qarorga bog'liq bo'lgan ma'lumotlarning ishonchliligi mavjud bo'lmaydi. Ushbu tadqiqot ishida Z-son orqali ifodalangan

Z-qiymatli ma'lumotlar ostida qaror qabul qilish masalasini ko'rib chiqdik, bu qaror o'zgaruvchilari bilan bog'liq bo'lgan ehtimolliklar taqsimotlari bo'yicha mumkin bo'lishlar taqsimotini rag'batlantiriladi. Biz quyi bashorat sifatida qo'shilmaydigan o'lchovni qurish bilan bog'lovchi va bu xususiyatdan Z-baholash muhitida foydalilik funksiyasini qurish uchun Shoke integralidan foydalanuvchi qaror qabul qilish usulini ishlab chiqdik. Z-ma'lumotlar bilan hisoblash Z-sonlarni aylantirishga asoslanadi. Qaror qabul qilishga bo'lgan tavsiflangan yondashuv nomukammal ma'lumotlarning insonga yo'naltirilgan baholash bilan ustma-ust tushuvchi ko'proq darajada umumiyroq bo'lgan tuzilmani oldinga olib chiqadi. Biz taklif qilingan nazariya va uslubiyatni haqiqiy biznes masalasini hal qilishga

qo'lladik, bu uning yaroqli ekanligini isbotladi. Zade tomonidan yangicha belgilash sifatida taklif qilingan Z-soni noma'lum bilimlarni tavsiflash uchun ko'proq imkoniyatlarga ega. Ushbu maqolada biz Z-sonidan foydalangan holda ko'p mezonli qaror qabul qilish masalasini hal qilamiz va Z-soni bilan ishlash uchun usul taklif qilinadi. Va nihoyat taklif qilingan usulning ishlashini ko'rsatish uchun sonli misoldan foydalaniladi. Ishonchlilik qarorga bog'liq bo'lgan axborotning eng muhim sifatiy belgilaridan biridir. Biroq mavjud qarorga oid nazariyaning ko'pchiligida qarorga bog'liq bo'lgan axborot mavjud bo'lmaydi. Ushbu tadqiqotda biz Z-axborot ostida qaror qabul qilishni ko'rib chiqamiz, chunki axborot Z-sonlar bilan ifodalanadi. Z-soni deyarli har doim o'zining ishonchliligi nuqtai-nazaridan qarab chiqilishi kerak bo'lgan haqiqiy dunyo ma'lumotlarining mos ifodalanishidir. Bundan tashqari Z-soni haqiqiy ma'lumotlar va haqiqiy ishonchlilikning nomukammal bilim tufayli asosan tabiiy tilda bayon qilinishi to'g'risidagi fakti ifodalaydi. Biz qaror qabul qilishga bo'lgan mavjud Kutilayotgan foydalilik yondashuvini Z-ma'lumotlar holatiga umumlashtiruvchi yondashuvni ishlab chiqdik.

Bu yondashuv Z-ma'lumotlar ostidagi qaror qabul qilish bo'yicha boshqa ishlardan farq qilgan holda Z-sonlarni noravshan sonlarga aylantirmasdan, bevosita Z-sonlar ustida hisoblashlarga asoslanadi.

Z-sonlar ustida to'g'ridan-to'g'ri hisoblashlar aylantirish bilan bog'liq bo'lgan ma'lumotlarning yo'qotilishining oldini oladi. Bu yondashuv haqiqiy biznes masalasini hal qilishga qo'llaniladi. Olingan natijalar taklif qilingan yonlashuvning yaroqliligini ko'rsatdi.

2-bob. NORAVSHAN TO'PLAMLAR NAZARIYASI VA NORAVSHAN MANTIQ - NOANIQLIKLAR USTIDA ISHLASHNING ZAMONAVIY VOSITALARIDIR

2.1. Asosiy atama va tushunchalar

Hozirgi vaqtda haqiqiy jarayonlarni modellashtirish va muqobillashtirishda noaniqliklarni hisobga olish zaruriyati hech kimda shubha tug'dirmay qo'ydi. Ayni vaqtda noaniqlikni qo'llashga doir klassik nazariy-ehtimollik yondashuvning cheklanishlarini anglash oxirgi uchta o'n yillik ichida ko'p sonli ustvor nazariyalar va usullarning paydo bo'lishiga olib keldi. Ulardan noravshan to'plamlar nazariyasini, uning asosida qurilgan imkoniyatlar nazariyasi va noravshan mantiqni, amaliy interval tahlil, taqribiy to'plamlar nazariyasini ajratib ko'rsatish mumkin. Ushbu asosiy nazariyalarning ko'pgina zamonaviy ko'rinishlari, shu jumladan relyativistik va kvant nazariyalari, noravshan to'plamlarning intuitiv nazariyasi va h.k.lar mavjud. Jumladan yangi yondashuvlar klassik nazariyaviy-ehtimolli uslubiyatni rad etmasdan, aksincha usullarni to'g'ri birlashtirish yo'li bilan amaliy muammolarni anchagina samarali yechishga imkoniyat yaratgan holda uni to'ldiradilar va kengaytiradilar.

Noravshan to'plamlar nazariyasi (Fuzzy sets theory)ga 1965 yilda Berkli Universiteti professori Lotfi Zade (Lotfi Zadeh) "Information and Control" jurnalida "Fuzzy sets" ishini chop etish orqali asos soldi. "Fuzzy" aniqlovchisi o'zbek tiliga noravshan, noaniq, noqat'iy kabi tarjima qilinib, yangi nazariya «tegishli-tegishli emas», «rost-yolg'on» [35, 36, 37] aniq tushunchalar bilan ish yurituvchi an'anaviy klassik matematika va Aristotel mantig'ini to'ldirish maqsadida kiritilgan.

Noravshan to'plam konsepsiyasi Zadening fikricha haqiqiy dunyoning tizimlarida, ayniqsa odamlarni o'z ichiga olgan gumanistik tizimlarda noo'rin sun'iy aniqlikka erishishni talab qilgan tizimlarning klassik nazariyasiga oid matematik usullardan qoniqmaslik [35] hisobiga tug'ilgan.

Noravshan to'plamlar nazariyasi 1975 yilda amaliyotda qo'llanilgan bo'lib, bunda Mamdani va Assilian (Mamdani and Assilian)lar oddiy bug' dvigatelini boshqarish maqsadida birinchi noravshan hisoblagichni qurganlar.

1982 yili Xolmblad va Ostergad (Holmbland and Osregaad) birinchi sanoatga oid noravshan hisoblagichni ishlab chiqishgan bo'lib, u Daniyadagi zavodlarning boshqaruvlaridan birida qo'llanilgan.

“Agar-u holda” noravshan lingvistik qoidalarga asoslangan birinchi sanoat hisoblagichining muvaffaqiyati matematiklar va injenerlar o'rtasida noravshan to'plamlar nazariyasiga katta qiziqish uyg'otdi. Bir oz vaqtdan so'ng Bart Kosko (Bart Kosko) tomonidan noravshan approksimasiya teoremasi (Fuzzy Approximation Theorem) isbotlangan bo'lib, unga ko'ra har qanday matematik tizim noravshan mantiqqa asoslangan tizim orqali approksimatsiyalanishi mumkin. Boshqa so'z bilan aytganda, tabiiy tildagi “Agar-u holda” ko'rinishidagi mulohazalar-qoidalar, ularning noravshan to'plamlar nazariyasi vositalari yordamida kelgusidagi bayonoti yordamida boshqaruv va identifikatsiyalarda qo'llanilgan an'anaviy differensial va integral hisoblashlarning murakkab apparatidan foydalanmasdan turib, ixtiyoriy “kirishlar-chiqish” bog'lanishni xohlaganchalik darajada aniq akslantirish mumkin. Noravshan to'plamlarga asoslangan tizimlar texnologik jarayonlarni boshqarish, transportni boshqarish, tibbiy tashxis, texnik tashxis, moliyaviy menejment, birjaviy bashorat, tasvirlarni aniqlash kabi sohalarda ishlab chiqilgan va qo'llanilgan. Noravshan mantiqiy chiqarish tizimlarini ishlab chiqishga oid amaliy tajriba ularni loyihalashtirishga ketgan vaqt va xarajatlar an'anaviy matematik apparatdan foydalanishga nisbatan ancha kam ekanligi to'g'risida dalolat beradi, jumladan bunda modellarning zaruriy darajadagi ishchanligiga va shaffofligiga erishiladi.

Vaqtning haqiqiy masshtabida masalalarni yechishning xususiyatlari shuni ko'rsatadiki, hisoblash imkoniyatlarining yetishmovchiligi masalaning sharoitlari to'g'risidagi axborotning yetishmasligiga ekvivalent bo'lishiga olib keladi.

Universal to'plam bittadan ortiq nuqtaga ega bo'lgandagina [44] ishga ko'ra noaniqlik o'rinlidir. Agar to'plamning ushbu elementlari uchun mos ehtimollar yoki boshqa ehtimolli tavsiflar berilgan bo'lsa, u holda ehtimolli noaniqlik o'rinlidir. Agar to'plamning faqatgina chegeraviy elementlari ma'lum bo'lsa - interval noaniqlik o'rinlidir. Va nihoyat, to'plamning har bir elementi uchun tegishlilik darajasi berilgan bo'lsa - noravshanlik ko'rinishidagi noaniqlik o'rinlidir.

Noaniqlik darajasi (to'la aniqlik, ehtimolli, lingvistik, interval, to'la noaniqlik), noaniqlik xususiyati (parametrik, tarkibiy, vaziyatli) va boshqaruv paytida olingan axborotni ishlatishga (bartaraf etiladigan va etilmaydigan) ko'ra noaniqlikni sinflarga ajratish mumkin [66].

Har xil tabiatli noaniqliklarni hisobga olish va adekvat matematik shakllantirish yechilayotgan masalaning qiyinlik darajasini o'sishiga qarab ortib boradi. Amaliyotda murakkab tizimlarni ishlash jarayoni ta'rifining detallashuvini chuqurlashtirish yo'li orqali noaniqlik darajasini pasaytirish imkoni anchagina cheklangan. Gap shundaki, L.Zadening taqqoslab bo'lmaslik tamoyili [35] ga ko'ra, modelni detallashtirib borgan sari unga shunchalik ko'proq noaniq omillar qo'shilib boriladi, bu esa bevosita natijalardagi noaniqlikning o'sishiga olib keladi. Natijada, modelni murakkablashtirishning ma'lum bir bosqichida ta'rifning detallashuviga asoslangan yuqori aniqlikka qaramay, model deyarli ma'noga ega bo'lmay qoladi. Umuman olganda, L.Zadening noaniqlik tamoyili ilgari chegarasiz ko'ringan matematik modellashtirish usullarining imkoniyatlariga cheklanishlar qo'yadi.

Noravshan to'plam tushunchasi - matematik modellarni qurish uchun noravshan ma'lumotni matematik jihatdan bayon etishga harakat qilingan urinishlardir. Ushbu tushunchaning zaminida berilgan to'plamni tashkil qilgan bir xil xususiyatli elementlar shu xususiyatga har xil darajada ega bo'lishi, demak berilgan to'plamga har xil darajada tegishli bo'lishi mumkinligi to'g'risidagi tasavvur yotadi. Bunday yondashuvga asosan "qandaydir element berilgan

to'plamga tegishli" ko'rinishidagi mulohazalar ma'noga ega bo'lmay qoladi, chunki aniq bir element berilgan to'plamni qanday darajada yoki "qanchalik kuchli" qoniqtirishini ko'rsatish zarur [35].

U tashuvchi- bu baholanayotgan kvazistatistika doirasidagi kuzatishlarning barcha natijalari tegishli bo'lgan universal to'plamdir. Masalan, agar biz paxtaning hosildorligini kuzatayotgan bo'lsak, u holda tashuvchi - o'lchov birligi senter bo'lgan bir gektardan olinadigan paxta miqdori qo'yilgan haqiqiy o'qdan ajratilgan kesmadir.

U universal top'lamdagi $\tilde{A}$ **noravshan to'plam** (*fuzzy set*) deb $(\mu_{\tilde{A}}, u)$ juftliklar majmuiga aytiladi, bunda $\mu_{\tilde{A}}$ - elementning $\tilde{A}$ noravshan to'plamga tegishlilik darajasidir. Tegishlilik darajasi - $[0, 1]$ oraliqdagi sonidir. Tegishlilik darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, universal to'plamning elementi [116,126,152] noravshan to'plamning xossalariga shunchalik ko'proq darajada tegishli bo'ladi.

A noravshan to'plam – tashuvchining har bir qiymatiga ushbu qiymatning A to'plamga tegishlilik darajasi mos qo'yilgan tashuvching qiymatlar to'plamidir [107,128]. Masalan: lotin alifbodagi X,Y,Z harflar albatta $Alphabet = \{A, B, C, X, Y, Z\}$ **to'plamga tegishli** va shu nuqtai nazardan **Alphabet – ravshan**. Lekin «**Paxtaning muqobil hosildorligi**» to'plamini tahlil qiladigan bo'lsak, u holda 50 s/ga hosildorlik berilgan noravshan to'plamga ma'lum μ darajada tegishli bo'lib, uni tegishlilik funksiyasi deb ataydilar.

2.2. Tegishlilik funksiyasi (membership function)

Bu universal to'plamdagi ixtiyoriy elementning noravshan to'plamga tegishlilik darajasini hisoblashga imkon beruvchi funksiyadir.

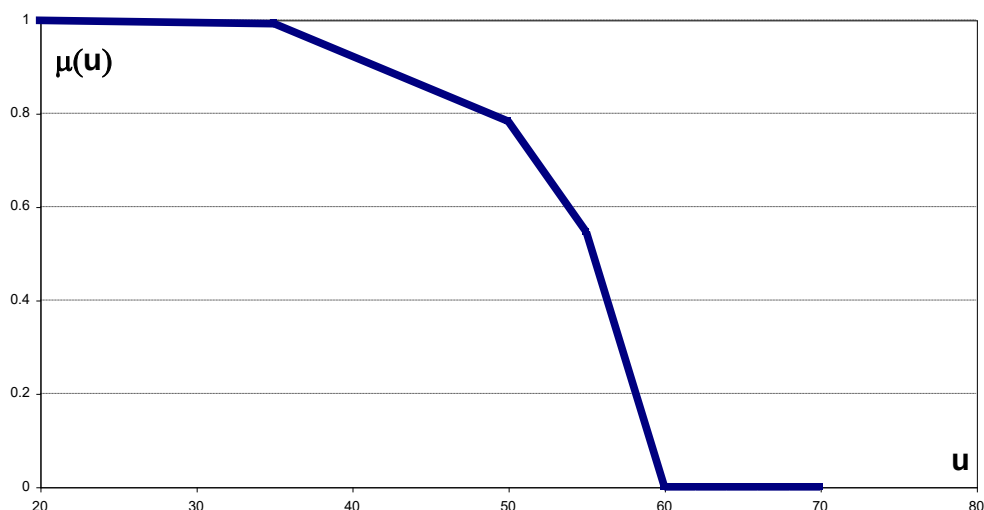
Agar universal to'plam $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$ chekli sondagi elementlardan iborat bo'lsa, u holda $\tilde{A}$ noravshan to'plam $\tilde{A} = \sum_{j=1}^k \mu_{\tilde{A}}(u_j)/u_j$ ko'rinishida

yoziladi. Uzluksiz U to'plam holida $\tilde{A} = \int_{[\underline{u}, \bar{u}]} \mu_{\tilde{A}}(u)/u$ belgilashdan foydalanishga kelishilgan.

Masalan, “paxtaning o'rtacha hosildorligi” tushunchasini noravshan to'plam ko'rinishida tasvirlash mumkin.

$$\tilde{A} = 0/21 + 0.1/22 + 0.3/23 + 0.8/24 + 1/25 + 1/26 + 0.5/27 + 0/28.$$

1.1.1-rasmda “Paxtaning hosildorligi” noravshan to'plamining bir qator mutaxassislar o'rtasida so'rov o'tkazish orqali hosil qilingan tegishlilik funksiyasi keltirilgan.



1.1.1-rasm. Tegishlilik funksiyasining ko'rinishi

20 dan 35 gacha bo'lgan hosildorlik mutaxassislar tomonidan so'zsiz muqobil, 60 va undan yuqoriroq - so'zsiz nomuqobil deb baholandi. 35 dan 60 gacha bo'lgan oraliqda mutaxassislar o'zlarining sinflashtirishlarida noqatiy xulosalarni ko'rsatdilar va bu noqatiylikning tuzilishi tegishlilik funksiyasining grafigida namoyon bo'ldi.

Tegishlilik funksiyasini (F-funksiyalarni) qurish masalasi noravshan to'plamlar nazariyasidagi asosiy masalalardan biri bo'lib, bu muammo nafaqat noravshan to'plamlar uchungina muhim hisoblanadi [39].

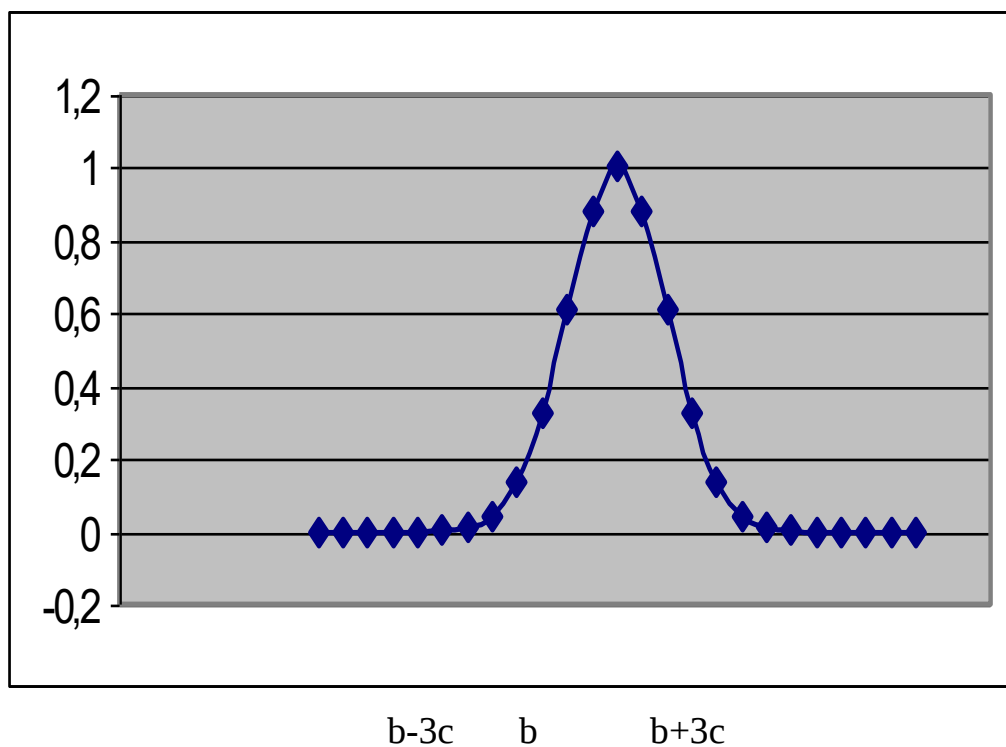
Tegishlilik funksiyasining aniq ko'rinishi mavjud noaniqlikning, haqiqiy holatlarni hisobga olgan holda ushbu funksiyalarning xossalriga oid qo'shimcha farazlar (birinchi tartibli hosilaning simmetrilik, monotonlik, uzluksizlik xossalari) asosida aniqlanadi.

Ko'pgina amaliy holatlarda tegishlilik funksiyasi unga oid qisman axborotdan, aytaylik uning chekli $x_1, \dots, x_n$ tayanch nuqtalar to'plamida qabul qilinadigan qiymatlardan kelib chiqqan holda baholanishi kerak.

Bunday holatda u "sharxlovchi misol" yordamida qisman aniqlangan deyiladi.

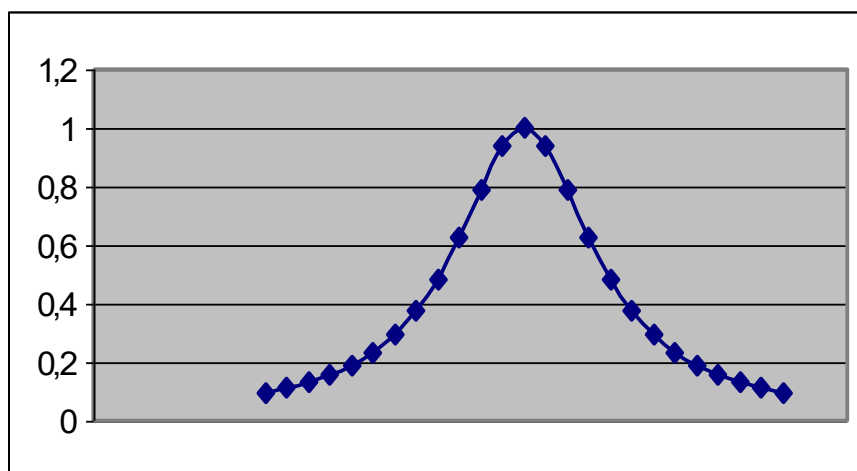
1.1.2-1.1.4-rasmlarda noravshan to'plamlar nazariyasida qo'llaniluvchi tegishlilik funksiyasining asosiy ko'rinishlari keltirilgan [18,40].

Simmetrik gauss tegishlilik funksiyasi: $\mu(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}$



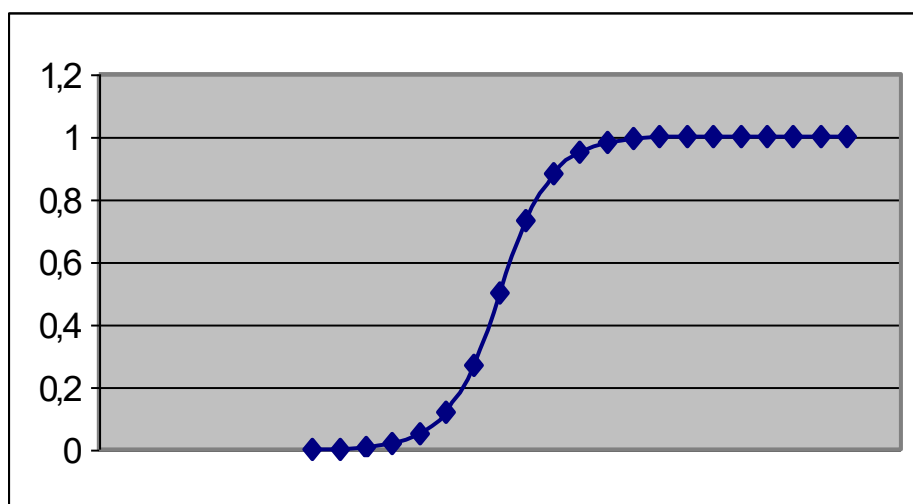
1.1.2-rasm. Simmetrik gauss tegishlilik funksiyasi

Qo'ng'iroq ko'rinishidagi umumlashgan tegishlilik funksiyasi:



$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$$

1.1.3-rasm. Qo'ng'iroq ko'rinishidagi umumlashgan tegishlilik funksiyasi



Sigmasimon tegishlilik funksiyasi: $\mu(x) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}$

1.1.4-rasm. Sigmasimon tegishlilik funksiyasi.

To'plam tashuvchisi, o'tish nuqtasi va singleton.

Noravshan to'plamning tashuvchisi $\mu_A(x) > 0$ ga ega bo'lgan x elementlardan iboratdir:

$$\sup pA = \{x \in X, \mu(x) > 0\}.$$

$\mu_A(x) = \frac{1}{2}$ bo'lgan $x \in X$ element A noravshan to'plamning o'tish nuqtasi deyiladi.

Tashuvchisi X dan olingan $\mu_A = 1.0$ bitta nuqta bo'lgan noravshan to'plam singleton deyiladi.

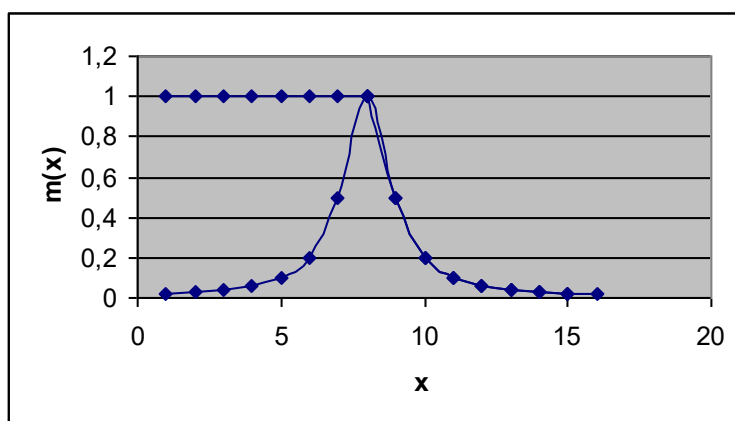
Noravshan to'plamning balandligi, normal noravshan to'plam.

A noravshan to'plamning balandligi deb tegishlilik funksiyasining eng yuqori chegarasiga aytiladi:

$$hgt(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x)$$

Agar $\exists x \in X, \mu_A(x) = 1$ bo'lsa F noravshan to'plam normal hisoblanadi. A normal noravshan to'plamning balandligi 1 ga teng (1.1.5-rasm), ya'ni

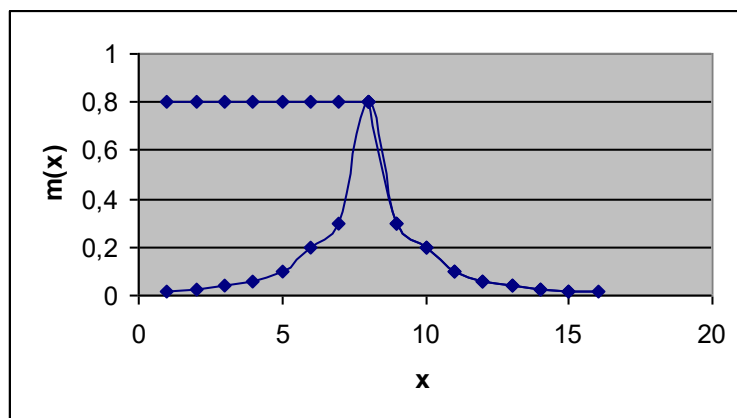
$$hgt(A) = 1.$$



1.1.5-rasm. Normal noravshan to'plam

Agar $\sup_{x \in X} \mu_A(x) < 1$ bo'lsa, u holda A noravshan to'plam subnormal deyiladi (1.1.6-rasm).

Bo'sh to'plam $\emptyset$ deb, $\forall x \in X, \mu_{\emptyset}(x) = 0$ bo'lgan to'plamga aytiladi.



1.1.6-rasm. Subnormal noravshan to'plam

Noravshan to'plam berilgan bo'lsin (1.1.7-rasm).

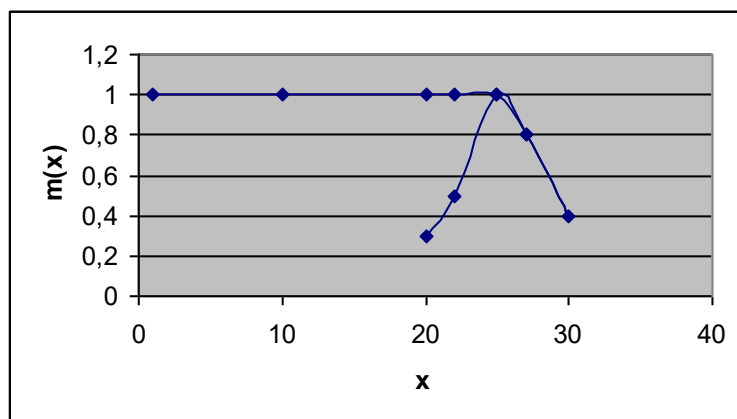
$$A=0.3/20+0.5/22+1.0/25+0.8/27+0.4/30.$$

Bu yerda

$X=\{15,20,22,25,27,30,33,35\}$ – mukammal,

$\text{Supp}A=\{20,22,25,27,30\}$,

A – normal to'plam, ya'ni $\exists 25 \in X, \mu_A(25) = 1$.



1.1.7-rasm. Noravshan to'plam

α - darajali noravshan to'plam.

Tegishlilik qiymatlari ma'lum $\alpha \in [0,1]$ darajadan yuqori bo'lgan elementlarning oddiy to'plami A to'plamning α -**kesimi** A^α deyiladi:

$$A^\alpha = \{x \in X, \mu_A(x) \geq \alpha\}.$$

Qat'iy α -kesim

$$A^\alpha = \{x \in X, \mu_A(x) > \alpha\}$$

tariqasida aniqlanadi.

Noravshan to'plam berilgan bo'lsin.

$$A = 0.2/5 + 0.4/6 + 0.6/7 + 0.8/8 + 0.9/9 + 1.0/10 + 0.9/11 + 0.8/12 + 0.6/13 + 0.4/14 + 0.2/15.$$

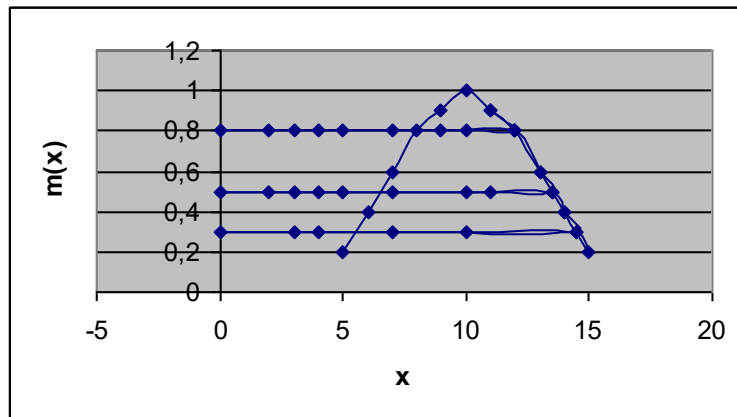
Agar $\alpha = 0.3$, $\alpha = 0.5$ va $\alpha = 0.8$ bo'lsa, u holda α -darajali to'plamlarning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$A^{0.3} = 0.4/6 + 0.6/7 + 0.8/8 + 0.9/9 + 1.0/10 + 0.9/11 + 0.8/12 + 0.6/13 + 0.4/14,$$

$$A^{0.5} = 0.6/7 + 0.8/8 + 0.9/9 + 1.0/10 + 0.9/11 + 0.8/12 + 0.6/13,$$

$$A^{0.8} = 0.9/9 + 1.0/10 + 0.9/11.$$

α -darajali to'plamlarning grafik tasviri 1.1.8-rasmda keltirilgan.



1.1.8-rasm. Noravshan to'plamning α -darajali to'plamlari

α -darajali A^α to'plam quyidagicha aniqlanadi

$$A^\alpha = \{(x, \mu_{A^\alpha}(x) = \mu_A(x)) / x \in A^\alpha, \alpha \in [0,1]\}$$

Bu yerda μ_α - A noravshan to'plamning tegishlilik funksiyasi va μ_{A^α} - α -darajali A^α noravshan to'plamning tegishlilik funksiyasi, ayni vaqtda A^α - quyidagi shakldagi α -darajali to'plam

$$A^\alpha = \{x / \mu_A(x) \geq \alpha, \quad x \in X\}$$

A noravshan to'plam berilgan bo'lsin:

$$A=0.2/30+0.4/35+0.6/40+0.8/45+1/50+0.7/55.$$

$A^{\alpha=0.5}$ 0.5-darajali to'plam deb, quyidagi to'plamga aytiladi

$$A^{\alpha=0.5} = 0.6/40+0.8/45+1/50+0.7/55.$$

2.3. Noravshan to'plamning quvvati.

X-chekli to'plam va A- X da aniqlangan noravshan to'plam bo'lsin. U holda A noravshan to'plamning $|A|$ quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$|A| = \sum_{x \in X} \mu_A(x) .$$

X-cheksiz to'plam holda, $|A|$ har doim ham mavjud bo'lavermaydi. Lekin, agar A chekli tashuvchiga ega bo'lsa, u holda A noravshan to'plamning quvvati quyidagicha aniqlanadi

$$|A| = \sum_{x \in \sup pA} \mu_A(x) .$$

A noravshan to'plam B noravshan to'plamga tegishli ($A \subseteq B$) deyiladi, faqat va faqat $\forall x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ bo'lsa. Tengsizlik qat'iy bo'lsa, tegishlilik qat'iy hisoblanib, $A \subset B$ orqali belgilanadi.

x α darajali A ga tegishli bo'ladi, faqat va faqat $x \in A$ bo'lsa, A^α B ga X ning barcha elementlari α darajada $\bar{A}$ yoki B ga tegishli bo'lsa B ga sust tegishli bo'ladi ($A <_\alpha B$): matematik ko'rinishda esa $A <_\alpha B$, agar $x \in (\bar{A} \cup B)^\alpha \quad \forall x \in X$ yoki

$$\forall x \in X, \max(1 - \mu_A(x), \mu_B(x)) \geq \alpha .$$

$A > - - < B$ sust tenglama quyidagicha aniqlanadi:

$\mu_A(x)$ va $\mu_B(x)$ tegishlilik belgilari $1/2$ dan yoki katta yoki teng, yoki ikkalasi $1/2$ dan kichik yoki teng. $A > - - < B$, faqat va faqat

$$\forall x \in X, \min[\max(1 - \mu_A(x), \mu_B(x)), \min(1 - \mu_A(x), 1 - \mu_B(x))] \geq 1/2 \text{ bo'lsa.}$$

Kartezian ko'paytma. Agar $A_1, \dots, A_n$ mos ravishda $U_1, \dots, U_n$ dagi noravshan to'plamlar bo'lsa, $A_1, \dots, A_n$ kartezian ko'pyatma $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n$ fazodagi

$$\mu_{A_1 \times \dots \times A_n}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \min\{\mu_{A_1}(u_1), \dots, \mu_{A_n}(u_n)\}$$

yoki

$$\mu_{A_1 \times \dots \times A_n}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \mu_{A_1}(u_1) \cdot \mu_{A_2}(u_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_n}(u_n).$$

tegishlilik funksiyali noravshan to'plam bo'ladi.

Noravshan qismga agratish.

Agar A to'plam X ning oddiy qism to'plami bo'lsa, u holda $(A, \bar{A})$ juftlik $A \neq \emptyset, A \neq X$ shartni qanoatlantiruvchi X to'plamning bo'linishidir. Agar A noravshan to'plam bo'lsa, $(A \neq \emptyset, A \neq X)$ u holda $(A, \bar{A})$ juftlik noravshan qismga ajratish deyiladi. Agar noravshan to'plamlar tizimi $A_1, \dots, A_m$ ($A_i \neq \emptyset, A_i \neq X_i, i = \overline{1, m}$)

$$\forall x \in X, \sum_{i=1}^m \mu_{A_i}(x) = 1,$$

shartni qanoatlantirsa, u holda tizim X to'plamning noravshan qismlari deyiladi.

Defazzifikasiya (defuzzification) deb noravshan to'plamni ravshan songa keltiruvchi proseduraga aytiladi [86,87].

Noravshan to'plamlar nazariyasida defazzifikasiya prosedurasini ehtimollar nazariyasida tasodifiy sonlar vaziyatlarining tavsiflari (matematik kutish, modalar, medianlar) ni topish kabidir. Defazzifikasiya prosedurasini bajarishning eng sodda usuli tegishlilik funksiyasining maksimumiga mos ravshan sonni tanlashdan iboratdir. Lekin bu usulning qo'llanilish chegarasi bir ekstremalli tegishlilik funksiyalari bilan cheklanib qoladi. Ko'p ekstremalli tegishlilik funksiyalari uchun defazzifikasiyaning quyidagi usullari hisobga olingan:

Centroid – og'irlik markazi;

Bisector - mediana;

LOM (Largest Of Maximums) –maksimumlar ichida eng kattasi;

SOM (Smallest Of Maximums) – maksimumlar ichida eng kichigi;

Mom (Mean Of Maximums) –maksimumlar markazi.

$\tilde{A} = \int_{[\underline{u}, \bar{u}]} \mu_{\tilde{A}}(u)/u$ noravshan to'plamni *og'irlik markazi* usulida defazzifikasiyalash quyidagi formula bo'yicha amalga oshiriladi $a = \frac{\int_{\underline{u}}^{\bar{u}} u \cdot \mu_{\tilde{A}}(u) du}{\int_{\underline{u}}^{\bar{u}} \mu_{\tilde{A}}(u) du}$.

Ushbu formulaning fizik ko'rinishi koordinatalar o'qi va noravshan to'plamning tegishlilik funksiyalari bilan chegaralangan tekis figuraning og'irlik markazini topishdan iboratdir. Diskret universal to'plam holida noravshan

to'plamni og'irlik markazi usulida defazzifikasiyalash $a = \frac{\sum_{j=1}^k u_j \cdot \mu_{\tilde{A}}(u_j)}{\sum_{j=1}^k \mu_{\tilde{A}}(u_j)}$ formula

bo'yicha amalga oshiriladi.

$\tilde{A} = \int_{[\underline{u}, \bar{u}]} \mu_{\tilde{A}}(u)/u$ noravshan to'plamni *mediana usulida defazzifikasiyalash* uchun $\int_{\underline{u}}^a \mu_{\tilde{A}}(u) du = \int_a^{\bar{u}} \mu_{\tilde{A}}(u) du$ tenglikni qanoatlantiradigan a sonni topish zarur.

Mediana usulining geometrik talqini absissalar o'qida shunday nuqtani topishdan iboratki, shu nuqtadan o'tkazilgan perpendikulyar tegishlilik funksiyasi egri chizig'ining ostidagi yuzani ikkita teng qismga ajratsin.

$\tilde{A} = \int_{[\underline{u}, \bar{u}]} \mu_{\tilde{A}}(u)/u$ noravshan to'plamni *maksimumlar markazi* defazzifikasiyalash $a = \frac{\int_G u du}{\int_G du}$ formula bo'yicha amalga oshiriladi. Bu yerda G -

noravshan to'plamga $[\underline{u}, \bar{u}]$ oraliqdan maksimal darajada tegishli bo'lgan barcha elementlar to'plami.

Maksimumlar markazi usulida tegishlilik darajasi maksimal bo'lgan universal to'plamidagi elementlarning o'rta arifmetigi kabi aniqlanadi. Agar

bunday elementlar to'plami chekli bo'lsa, u holda formula quyidagi ko'rinishga

keladi: $a = \frac{\sum_{u_j \in G} u_j}{|G|}$, bu yerda- $|G|$ G to'plamning quvvati.

Diskret holatda maksimumlar ichida eng katta va maksimumlar ichida eng kichkina *usullari bo'yicha defazzifikasiyalash* mos ravishda $a = \max(G)$ va $a = \min(G)$ formulalari bo'yicha amalga oshiriladi. Oxirgi uchta formulalardan shu narsa ayon bo'ladiki, tegishlilik funskiyasi bittagina maksimumga ega bo'lsa, uning koordinatasi [76,84,133] noravshan to'plamning aniq nusxasidir.

Masalan, "paxtaning o'rtacha hosildorligi" noravshan to'plamini og'irlik markazi usulida defazzifikasiyalash mumkin. Og'irlik markazi usuli bo'yicha noravshan to'plamni defazzifikasiyalash formulasini qo'llagan holda

$$a = \frac{0 \cdot 21 + 0.1 \cdot 22 + 0.3 \cdot 23 + 0.8 \cdot 24 + 1 \cdot 25 + 1 \cdot 26 + 0.5 \cdot 27 + 0 \cdot 28}{0 + 0.1 + 0.3 + 0.8 + 1 + 1 + 0.5 + 0} = 25.08 \quad \text{ga} \quad \text{ega}$$

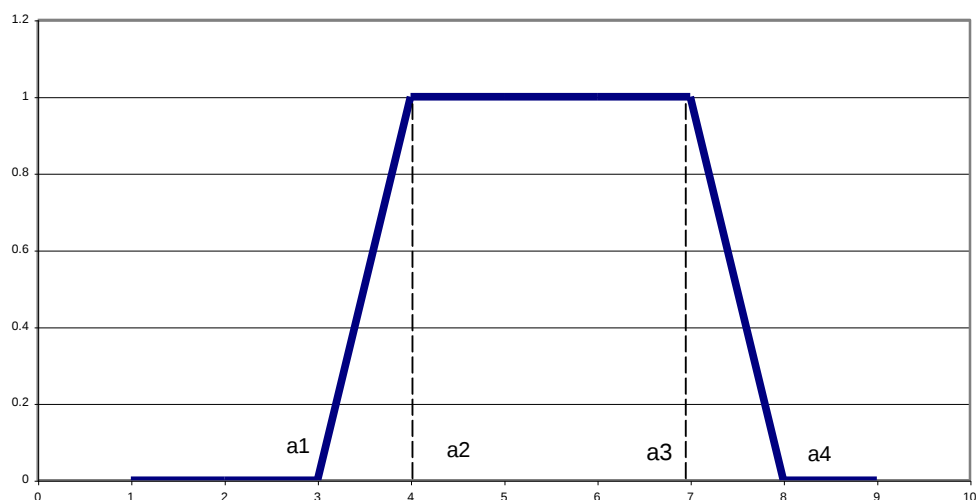
bo'lamiz.

Noravshan son – normal va qavariq, ya'ni a) tegishlilik funskiyasi birga teng bo'lgan tashuvchining qiymatiga ega bo'lgan b) maksimumidan chapga yoki o'ngga siljiganda tegishlilik funskiyasi kamayadigan tegishlilik funksiyasiga ega bo'lgan haqiqiy sonlar universal to'plamining noravshan qism to'plamidir [113,114,145].

Keyinchalik bizga kerak bo'ladigan noravshan sonlarni ko'rib chiqaylik.

2.3.1. *Trapeziya ko'rinishidagi (Trapeziyasimon) noravshan son*

Ma'lum bir kvazistatistikani o'rganib chiqamiz va $\Omega = \langle U \text{ o'zgaruvchining qiymati} \rangle$ deb olamiz, bu yerda U – kvazistatistika tashuvchilarining qiymatlar to'plami. Qiymatlarning ikkita term-to'plamini ajratamiz: M_1 noravshan qism to'plamli $T_1 = \langle U \text{ y taxminan } a \text{ dan } b \text{ gacha bo'lgan oraliqda yotibdi} \rangle$ va M_2 noravshan qism to'plamli sarlavhasiz T_2 to'plam, jumladan bu yerda $M_2 = \neg M_1$ shart bajariladi. U holda $\mu_{T_1}(u)$ tegishlilik funksiyasi 1.1.9 rasmdagi kabi ko'rinishga ega bo'ladi.



1.1.9-rasm. Trapesiyasimon noravshan sonning tegishlilik funksiyasi

Oraliqning chegaralari noravshan tarzda berilgani uchun, trapesiya uchlarining absissalarini quyidagi ko'rinishda kiritish maqsadga muvofiqdir:

$$a = (a_1 + a_2)/2, B = (B_1 + B_2)/2,$$

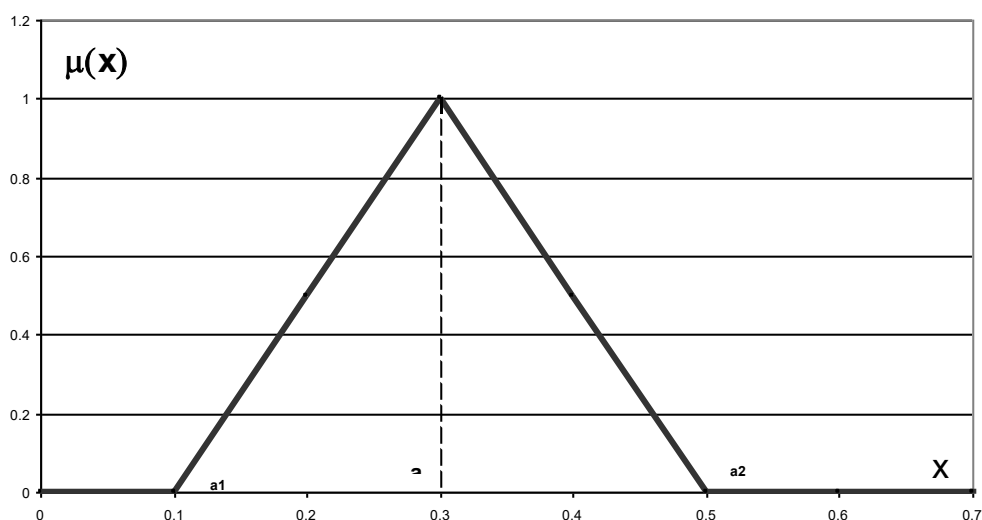
jumladan a_1 , a_2 va B_1 , B_2 uchlar bir biriga nisbatan “taxminan” tushunchasiga qanday mazmun berishimizga qarab joylashadilar: kvazistatikaning taxmini qanchalik katta bo'lsa, trapesiyaning yon qirralari shunchalik taxminiy bo'ladi. Chegaralangan holda “taxminan” tushunchasi “ixtiyoriy joyda” tushunchasiga aylanadi.

Agar biz o'zgaruvchini sifat jihatidan baholaydigan bo'lsak, “Bu qiymat o'rtacha hisoblanadi” deb fikr bildirgandan so'ng ekspert bahosi (noravshan sinflashtirishning) “O'rtacha qiymat - bu taxminan a dan b gacha” kabi aniqlashtiruvchi tasdiqni kiritib, so'ngra esa noravshan sinflashtirishni modellashtirishda trapesiyasimon sonlarni ishlatish mumkin. Aslida bu ishonchsiz sinflashtirishning eng tabiiy usulidir.

2.3.2. Uchburchak noravshan sonlar

Endilikda huddi o'sha lingvistik o'zgaruvchi uchun $T_1 = \{U \text{ taxminan } a \text{ ga teng}\}$ term-to'plamni kiritamiz. $a \pm \delta \approx a$ ligi ravshan, jumladan δ ning nolga qarab

kamayib borishi sayin, bahoga bo'lgan ishonch birgacha ortib boradi. Tegishlilik funksiyasi nuqtai nazaridan bu a ga uchburchak ko'rinishni (1.1.10-rasm) beradi, jumladan yaqinlashish darajasi ekspert tomonidan tavsiflanadi.



1.1.10-rasm. Uchburchaksimon noravshan sonning tegishlilik funksiyasi

Uchburchaksimon sonlar - bu noravshan sonlarning amaliyotda, ayniqsa o'zgaruvchining bashoratli ko'rinishi sifatida, eng ko'p uchraydigan turidir.

Tegishlilik funksiyasi noravshan to'plamlar nazariyasidagi boshlang'ich matematik tuzilishdir. Aniq bir holatni tahlil qilish uchun, avvalo mavjud ma'lumotni tegishlilik funksiyalari orqali akslantirish zarur. Buni amalga oshirish qiyin. Nazariyaning boshlang'ich tushunchasining tadbiqi tegishlilik funskiyasi tabiiy matematik ta'rif hisoblangan axbortli vaziyatlarning ma'lum bir turdagi yoki kanonik sxemalarni mazmunli ta'rifiga tayanishi kerak. Bu kabi tadbiqqa asoslanibgina, ekspert har qanday ilovada kanonik sxemani mavjud axborot bilan solishtira olishi, ya'ni hayoliy tajriba tashkil etib, mos tegishlilik funksiyasini qurishi mumkin.

1.Neytrallilik

$$\min(1, \mu_A(x)) = \mu_A(x) \Rightarrow G \cap A = A;$$

$$\max(0, \mu_A(x)) = \mu_A(x) \Rightarrow \emptyset \cup A = A.$$

2. Kommutativlik

$$\min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \min(\mu_B(x), \mu_A(x)) = A \cap B = B \cap A;$$

$$\max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \max(\mu_B(x), \mu_A(x)) = A \cup B = B \cup A.$$

3. Assotsiativlik

$$\begin{aligned} \min(\min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \mu_C(x)) &= \min(\mu_A(x), \min(\mu_B(x), \mu_C(x))) \Rightarrow \\ \Rightarrow (A \cap B) \cap C &= A \cap (B \cap C); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max(\max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \mu_C(x)) &= \max(\mu_A(x), \max(\mu_B(x), \mu_C(x))) \Rightarrow \\ \Rightarrow (A \cup B) \cup C &= A \cup (B \cup C). \end{aligned}$$

4. Monotonlik

$$\begin{aligned} \mu_A(x) \leq \mu_C(x) \wedge \mu_B(x) \leq \mu_D(x) &\Rightarrow \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \leq \\ \leq \min(\mu_C(x), \mu_D(x)) &\Rightarrow A \subset C \wedge B \subset D \Rightarrow A \cap B \subset C \cap D; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \leq \max(\mu_C(x), \mu_D(x)) &\Rightarrow A \subset C \wedge B \subset D \Rightarrow \\ \Rightarrow A \cup B \subset C \cup D. \end{aligned}$$

5. Idempotentlik

$$\min(\mu_A(x), \mu_A(x)) = \mu_A(x) \Rightarrow A \cap A = A;$$

$$\max(\mu_A(x), \mu_A(x)) = \mu_A(x) \Rightarrow A \cup A = A.$$

6. Distributivlik

$$\begin{aligned} \min(\mu_A(x), \max(\mu_B(x), \mu_C(x))) &= \max(\min(\mu_A(x), \mu_B(x))), \\ \min(\mu_A(x), \mu_C(x)) &\Rightarrow A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max(\mu_A(x), \min(\mu_B(x), \mu_C(x))) &= \min(\max(\mu_A(x), \mu_B(x))), \\ \max(\mu_A(x), \mu_C(x)) &\Rightarrow A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C). \end{aligned}$$

7. Yutilish

$$\min(\mu_A(x), \max(\mu_A(x), \mu_B(x))) = \mu_A(x) \Rightarrow A \cap (A \cup B) = A;$$

$$\max(\mu_A(x), \min(\mu_A(x), \mu_B(x))) = \mu_A(x) \Rightarrow A \cup (A \cap B) = A.$$

8. De-Morgan qonuni

$$1 - \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \max(1 - \mu_A(x), 1 - \mu_B(x)) \Rightarrow \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B};$$

$$1 - \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \min(1 - \mu_A(x), 1 - \mu_B(x)) \Rightarrow \overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B};$$

9. Ikkilamchi inkor

$$1 - (1 - \mu_A(x)) = \mu_A(x) \Rightarrow \overline{\overline{A}} = A.$$

10. Asosiy va bosh to'plamning inkori

$$1 - 1 = 0 \Rightarrow \overline{G} = \emptyset;$$

$$1 - 0 = 1 \Rightarrow \overline{\emptyset} = G.$$

Ta'rif. Karteziyan ko'paytma. Agar $A_1, \dots, A_n$ mos ravishda $U_1, \dots, U_n$ dagi noravshan to'plamlar bo'lsa, $A_1, \dots, A_n$ karteziyan ko'pyatma $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n$ fazodagi

$$\mu_{A_1 \times \dots \times A_n}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \min\{\mu_{A_1}(u_1), \dots, \mu_{A_n}(u_n)\} \quad (3.15)$$

yoki

$$\mu_{A_1 \times \dots \times A_n}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \mu_{A_1}(u_1) \cdot \mu_{A_2}(u_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_n}(u_n). \quad (3.16)$$

Tegishlilik funksiyali noravshan to'plam bo'ladi.

Ta'rif. Noravshan bo'linish.

Agar A X ning oddiy qism to'plami bo'lsa, u holda $(A, \overline{A})$ juftlik $A \neq \emptyset, A \neq X$ shartni qanoatlantiruvchi X to'plamning bo'linishidir. Agar A noravshan to'plam bo'lsa, $(A \neq \emptyset, A \neq X)$ u holda $(A, \overline{A})$ juftlik noravshan bo'linish deyiladi. Agar noravshan to'plamlar sistemasi $A_1, \dots, A_m$ ($A_i \neq \emptyset, A_i \neq X_i, i = \overline{1, m}$)

$$\forall x \in X, \sum_{i=1}^N \mu_{A_i}(x) = 1,$$

shartni qanoatlantirsa, u holda sistema X to'plamning noravshan bo'linishi deyiladi.

3-bob. Z-сонлар nazariyasi va noravshan to'plamlarga asoslangan dastur loyihalash va undan foydalanish

3.1. Dastur ishining algoritmi

Axborot texnologiyalar sohasida kompyuterda biron-bir masalani yechilishini ta'minlaydigan ishdir. Qo'yilgan maqsadni amalga oshirish uchun kerakli ma'lumotlar tarkibi, tuzilishi, ifodalanishi aniqlangan bo'lib, ular orasidagi bog'lanishlar aniq ifodalangan bo'lsa, masala qo'yilgan deb hisoblanadi.

Bug'oz sigirlarlarning mikroelementoz kasalligi darajasini aniqlash masalasi dolzarb masala hisoblanadi. Shuning uchun ham mikroelementoz kasalligini baholashga oid har qanday ilmiy asoslangan uslubiyat qiziqish tug'diradi.

Mikroelementoz kasalligining darajasi – bug'oz sigirlarlarning kasallik holatini hamda yakunda o'zining kasallik ekvivalentida ifodalanuvchi, lekin faqatgina kasallik oqibatlar bilangina chegaralanmaydigan bug'oz sigirlarlarni kasalligini boshqarish sifatini tavsiflab beruvchi kompleks ko'rsatkich.

3.1.1 Bug'oz sigirlar mikroelementoz kasalligini tahlil qilish muammolari

Bug'oz sigirlar mikroelementoz kasalligini muvaffaqiyatli tahlili faqatgina quyidagi asosiy shartlar asosidagina amalga oshirilishi mumkin:

1. Tahlil asosida bug'oz sigirlar ustidan imkoni boricha uzoqroq muddat davomidagi kuzatish olib borish natijalari yotadi.
2. Tahlil vaqtida bug'oz sigirlarning haqiqiy kasallik holatini ro'y-rost aks ettirishi kerak.
3. Tahlil maqsadida faqatgina kasallangan bug'oz sigirlarning mikroelementoz kasalligiga taaluqliligi nuqtai nazaridan eng yuqori darajada muhim bo'lgan ko'rsatkichlardagina foydalaniladi. Bu esa nafaqat bug'oz sigirlarning kasallik holatini, balki uning salomatlik holatini ham baholagandagina mumkin bo'ladi.

4. Tahlil o'tkazuvchi shaxs kasallangan bug'oz sigirlarning kasalligiga taaluqliligi tahlil o'tkaziladigan davr nuqtai nazaridan tasdiqlanishi kerak bo'lgan tegishli mikroelementoz kasalligi statistikasiga ega bo'lishi kerak.

3.2. Noravshan ifodalar asosida kompleks kasallik tahlil usuli

Biz tahlil qilishda miqdoriy (kasallik) ko'rsatkichlar bo'yicha hisoblashlarni birlashtirgan holda mikroelementoz kasalligi tahliliga yondashuvni anchagina kuchaytirish mumkin. Lekin mavjud bo'lgan usullar analitiklar uchun bunday imkoniyatlarni bermaydi.

Mikroelementoz kasalligi tahliliga bo'lgan quyida bayon etiladigan yondashuv mavjud bo'lgan barcha yondashuvlarning aytib o'tilgan kamchiliklarini hisobga olgan holda mikroelementoz kasalligini nafaqat mamlakat, davrga moslashgan holda, balki bug'oz sigirlarning o'ziga xos tomonlariga moslashgan holda tahlil qilish imkoniyatini beradi.

Noravshan to'plamlarni bug'oz sigirlarlarning kasallik tahliliga qo'llash to'g'risidagi fikr [1, 2] ishlarda nafaqat statistik, balki lingvistik noravshanliklar, ya'ni tabiiy tillardagi noravshanliklar bilan kurashish usuli sifatida tug'ildi. Agar mikroelementoz ehtimoli "kam"deb aytilsa, u yoki bu ko'rsatkichning qiymatlari esa "qoniqarli" bo'lsa, u holda aynan nimalar nazarda tutilayotganligini qat'iy matematik tilda ifodalash maqsadida bunday ko'rinishdagi fikrlar uchun formalizmlar va miqdoriy jihatdan bayon etish usullarini qidirish kerak bo'ladi. Nafaqat tushunish, balki olingan noravshan bayonlar yordamida ilmiy xulosalar chiqarish ham kerak.

Noravshan to'plamlar nazariyasi meditsinada kasallik darajasini aniqlashda juda keng qo'llaniladi. Biroq mamlakatimizdagi iqtisodiy tahlil amaliyotida, veterinariyada bu usullardan foydalanilmaydi. Lekin xorijda bu yo'nalishdagi ishlar yil sayin tobora ortib bormoqda.

Bizning usulning mazmuni yaxshi tushunarli bo'lishi uchun uni ikki bor bayon etishga qaror qildik: noravshan to'plamlarni qo'llanilishini chetlab o'tadigan soddalashtirilgan ko'rinishda va to'la ko'rinishdagi.

3.2.1. Usulning soddalashtirilgan bayoni

1- bosqich (To'plamlar). Holatlarning tabiiy tilda bayon etilgan quyidagi asosiy to'plamlari va qism to'plamlarini kiritamiz:

a. Kasallik holatining to'la to'plami **G** quyidagi ko'rinishdagi beshta qism to'plamlarga bo'linadi:

to'la to'plami **G** 5 ta qism to'plamga ajratiladi:

G₁ – “Mikroelementozning eng yuqori darajadagi xavf-xatari” qism to'plami,

G₂ – “Yuqori darajadagi mikroelementoz kasalligi” qism to'plami,

G₃ – “O'rtacha darajadagi mikroelementoz kasalligi” qism to'plami,

G₄ – “Quyi darajadagi mikroelementoz kasalligi” qism to'plami,

G₅ – “Juda past darajadagi mikroelementoz kasalligi” qism to'plami.

Bu yerda va bundan keyin biz **G** ko'rsatkichi tarif bo'yicha noldan birgacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi deb hisoblaymiz.

b. Ixtiyoriy olingan alohida kasallik yoki boshqaruv ko'rsatkichi **X_i** uchun uning qiymatlarining to'la to'plami **B_i** beshta qism to'plamga bo'linadi:

B_{i1} – “X_i ko'rsatkichning juda past darajasi” qism to'plami,

B_{i2} - “X_i ko'rsatkichning past darajasi” qism to'plami,

B_{i3} - “X_i ko'rsatkichning o'rtacha darajasi” qism to'plami,

B_{i4} - “X_i ko'rsatkichning yuqori darajasi” qism to'plami,

B_{i5} - “X_i ko'rsatkichning juda yuqori darajasi” qism to'plami.

Demak, bug'oz sigirlar holati (**E**) va mikroelementoz kasalligi darajasi (**G**) mazkur **X** ko'rsatkichlar qiymatlari bilan belgilanadi.

$$G = \langle X_1, X_2, \dots, X_N \rangle$$

$X = \{ X_i \}, \quad i = 1, n, \quad X_i - X$ ko'rsatkichning turlari (guruhlari)

$X_i = \{ B_{ij} \}, \quad i = 1, n, \quad j = \overline{1, M}$ (bu yerda $M=5$).

$B_{ij} - X_i$ turdagi X ko'rsatkichning j - turdagi lingvistik qiymati, ya'ni $B_{ij} - X_i$ ko'rsatkichning j -lingvistik qiymati.

Bu yerda va bundan keyin quyidagilarni nazarda tutamiz:

1. Alohida olingan X_i ko'rsatkichning o'sishi ko'rib o'tilayotgan bug'oz sigirlarning holatini yaxshilanishi bilan bo'ladigan mikroelementoz kasalligining pasayishi bilan o'zaro bog'langan. Agar ushbu ko'rsatkich uchun qarama-qarshi oqim kuzatilsa, u holda tahlil davomida uni qarama-qarshisi bilan almashtirish kerak.

2. **B** va **G** larning mosligiga oid quyidagi ko'rinishdagi qo'shimcha shart bajariladi: agar barcha ko'rsatkichlar tahlil davomida sinflashtirishga mos holda B_{ij} qism to'plam darajasiga ega bo'lsalar, kasallik holati G_j sifatida sinflashtiriladi. Bu shartning bajarilishi bir tomondan ko'rsatkichlar darajalarini miqdoriy jihatdan to'g'ri sinflashtirishga (usulning keying). Bu shartning bajarilishi bir tomondan ko'rsatkichlar darajalarini miqdoriy jihatdan to'g'ri sinflashtirishga (usulning keying 5-bosqichiga qarang), boshqa tomondan esa ko'rsatkichning baholash tizimidagi muhimlik darajasini to'g'ri aniqlashga ta'sir o'tkazadi (usulning keyingi 3-bosqichiga qarang).

2-bosqich (Ko'rsatkichlar). Ekspert-analitiklarning fikriga ko'ra bir tomonidan bug'oz sigirlarning mikroelementoz kasalligini baholashga ta'sir o'tkazadigan, boshqa tomondan esa bug'oz sigirlarning tabiati jihatidan turlicha bo'lgan ishchi va kasallik tomonlarini baholaydigan umumiy soni N ta bo'lgan alohida ko'rsatkichlar $X = \{X_i\}$ to'plamini quramiz (ularning tahlil uchun muhimliklari nuqtai nazaridan ko'rsatkichlarning takrorlanishidan qochgan holda).

3-bosqich (Muhimlik). Har bir ko'rsatkich X_i ga uning tahlil uchun muhimlik darajasi r_i mos qo'yamiz. Bu darajani baholash uchun barcha ko'rsatkichlarni ularning muhimliklarini kamayib borish tartibida quyidagi qoida bajariladigan tarzda joylashtirish kerak.

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots r_N. \quad (1)$$

Misol ko'raylik. Kasallik holati bug'oz sigirlarga zarar keltiradi.

Agar ko'rsatkichlar tizimi ularning muhimliklarining kamayib borishi tartibida tuzilgan bo'lsa, u holda i -ko'rsatkichning muhimligi r_i ni Fishbern qoidasi bo'yicha aniqlash lozim [2]:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N-1)N}. \quad (2)$$

Fishbern qoidasi shu narsani o'zida aks ettiradiki, ko'rsatkichlarning muhimliklari to'g'risida (1) dan boshqa hech nima ma'lum emas. U holda (2) baho tadbiq etilayotgan ob'yekt to'g'risida mavjud bo'lgan axborot noaqniqligi entropiyasining maksimal qiymatiga javob beradi.

Агар барча кўрсаткичлар бир хил даражадаги муҳимликка эга бўлсалар (тенг афзалликка эга бўлган тизим), у ҳолда

$$r_i = 1/N. \quad (3)$$

4-bosqich (Kasallik darajasini sinflashtirish). Kasallik darajasi ko'rsatkichi g ning joriy qiymatining sinflashtirilishini bu to'plamni qism to'plamlarga bo'lish mezoni sifatida quramiz (2-jadval):

2-jadval

G	G qiymatlarining oralig'i	Qism to'plamlarning nomi
g_1	$0.8 < g < 1$	G_1 - "Mikroelementoz kasalligining eng yuqori darajasi"
g_2	$0.6 < g < 0.8$	G_2 - " Yuqori darajadagi mikroelementoz kasalligi "
g_3	$0.4 < g < 0.6$	G_3 - " O'rta darajadagi mikroelementoz kasalligi "
g_4	$0.2 < g < 0.4$	G_4 - " Quyi darajadagi mikroelementoz kasalligi "
g_5	$0 < g < 0.2$	G_5 - " Juda past darajadagi mikroelementoz kasalligi "

5-bosqich (Ko'rsatkichlar qiymatlarini sinflarga ajratish).

X ko'rsatkichlarning joriy qiymatlari **x** larni sinflashtirishini ular qiymatlarining to'la to'plamini **B** ko'rinishidagi qism to'plamlarga bo'lish mezonini sifatida qurib olamiz (3-jadval):

3- jadval

Ko'rsatkich ning nomi	Qism to'plamlarga bo'lish mezonini				
	B_{i1}	B_{i2}	B_{i3}	B_{i4}	B_{i5}
X₁	$x_1 < b_{11}$	$b_{11} < x_1 < b_{12}$	$b_{12} < x_1 < b_{13}$	$b_{13} < x_1 < b_{14}$	$b_{14} < x_1$
...	...	...	...	...	...
X_i	$x_i < b_{i1}$	$b_{i1} < x_i < b_{i2}$	$b_{i2} < x_i < b_{i3}$	$b_{i3} < x_i < b_{i4}$	$b_{i4} < x_i$
...	...	...	...	...	...
X_N	$x_N < b_{N1}$	$b_{N1} < x_N < b_{N2}$	$b_{N2} < x_N < b_{N3}$	$b_{N3} < x_N < b_{N4}$	$b_{N4} < x_N$

6-bosqich (Ko'rsatkichlar darajalarini baholash). Ko'rsatkichlarning joriy darajalarini baholashni amalga oshiramiz va olingan natijalarni 4- jadvalga joylashtiramiz.

4- jadval

Ko'rsatkichning nomi	Joriy qiymati
X₁	x_1
...	...
X_i	x_i
...	...
X_N	x_N

X_i – bu X ko'rsatkichning i -turidagi “term”, uning joriy qiymatlari esa - $\{x_{ij}\}$ – to'plamiga egadir. 3-jadval bo'yicha $i=1, N$, $j=1, 5$.

7-bosqich (Ko'rsatkichlar darajalarini sinflarga ajratish). x ning joriy qiymatlarini 3-jadvaldagi mezonlar bo'yicha sinflarga ajratamiz. Sinflarga ajratishning natijasi 5-jadvalda ifodalangan:

λ_{ij} – sinflarga ajratishning natijasi bo'lib hisoblanadi.

5- jadval

Ko'rsatkichning nomi	Qism to'plamlar bo'yicha sinflarga ajratishning natijalari				
	B_{i1}	B_{i2}	B_{i3}	B_{i4}	B_{i5}
X_1	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}
...	...	...	...	...	...
X_i	λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}
...	...	...	...	...	...
X_N	λ_{N1}	λ_{N2}	λ_{N3}	λ_{N4}	λ_{N5}

Agar $b_{i(j-1)} < x_i < b_{ij}$ bo'lsa, u holda $\lambda_{ij}=1$, aks holda $\lambda_{ij}=0$ (qiymat tanlangan sinflashtirish oralig'iga tushmasa).

8-bosqich (kasallik darajasini baholash). Endi mikroelementoz kasalligi darajasi g ni baholash bo'yicha formal arifmetik amallarni bajaramiz:

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (4)$$

bu yerda

$$g_j = 0.9 - 0.2(j-1), \quad (5)$$

λ_{ij} 4-jadval bo'yicha, r_i esa (2) yoki (3) formulalar b'uyicha aniqlanadi.

(4) va (5) formulalarning asosiy mazmuni quyidagicha. Bug'oz sigirlarning holati kasallik darajasi G ni (4) dagi ichki yig'indi) baholashda biz dastlab B dagi u yoki bu qism to'plamning vaznlarini baholaymiz. Bu vaznlar keyinchalik g ko'rsatkichning o'rtacha qiymatini aniqlash uchun tashqi yig'indida ishtirok etadilar, bu yerda g_j usulning 4-bosqichidagi 2-jadvalning mos oraliqlaridan olinadigan g ning o'rtacha bahosidir.

9-bosqich. (Lingvistik tanib olish). Kasallik darajasining olingan qiymatini 2-jadvaldagi ma'lumotlar asosida sinflarga ajratamiz. Shu bilan bizning bug'oz sigirlar uchun kasallik darajasi to'g'risidagi xulosamiz lingvistik shaklini oladi.

3.2.2. Mikroelementoz kasalligi tahliliga oid hisob-kitobli misol

Masalaning qo'yilishi. Bug'oz sigirlarning mikroelementoz kasalligi darajasini tahlil etish talab qilinadi.

Yechish (bandlar tartib raqami bosqichlar tartib raqamlariga mos keladi).

1. Usulning 1 bosqichida qilingani kabi G va B to'plamlarni aniqlaymiz.
2. Tahlil uchun 8 ta ko'rsatkichdan X tizimni quramiz:
 - X_1 – Eritrotsitning qondagi miqdori,
 - X_2 – Gemoglobinning qondagi miqdori,
 - X_3 – Glyukozaning qondagi miqdori,
 - X_4 – Umumiy oqsilning qondagi miqdori,
 - X_5 – Ishqoriy zahiraning qondagi miqdori,
 - X_6 – Billirubinning qondagi miqdori,
 - X_7 – AcATning qondagi miqdori,
 - X_8 – АлATning qondagi miqdori.

3. Tahlil uchun barcha ko'rsatkichlar qiymatlarini teng deb qabul qilamiz ($r_i = 1/8$).

4. Kasallik darajasi usulning 4-bosqichidagi 2-jadvaldagi qoida bo'yicha sinflarga ajratiladi.

5. Tanlab olingan ko'rsatkichlar dastlabki ekspert tahlili asosida quyidagicha ko'rinishda sinflarga ajratildi (6- jadval):

6-jadval

x_i ko'rsatkich shifri	Ko'rsatkichning nomi	x_i ning 1 davrdagi qiymati ($x_{1,i}$)	x_i ning 2 davrdagi qiymati ($x_{2,i}$)	x_i ning 3 davrdagi qiymati ($x_{3,i}$)
x_1	Eritrotsit	4,78±0,9	4,77±1,3	4,93±1,2
x_2	Gemoglobin	87,4±2,12	87,8±1,13	88,5±1,24
x_3	Glyukoza	1,76±0,08	1,73±0,06	1,80±0,07
x_4	Umumiy oqsil	64,5±0,90	65,8±1,28	65,8±1,22
x_5	Ishqoriy zahira	43,4±0,81	45,2±1,14	45,1±1,34
x_6	Bilirubin	4,76±0,07	4,64±0,07	4,60±0,08
x_7	AcAT	0,75±0,05	0,78±0,06	0,74±0,05
x_8	AlAT	0,47±0,04	0,48±0,04	0,46±0,03

x_{1j}, x_{2j} -oralik qiymatlar ekspert baholashi asosida belgilangan.

6. Bug'oz sigirlarning kasallik holati quyidagi kasallik ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi (7-jadval):

Ko'rsatkichning nomi	Qism to'plamlarga bo'lish mezonlari				
	B_{i1}	B_{i2}	B_{i3}	B_{i4}	B_{i5}
Eritrotsit	$x_1 < 5.0$	$5.0 < x_1 < 5.9$	$5.9 < x_1 < 6.9$	$6.9 < x_1 < 7.5$	$7.5 < x_1$
Gemoglobin	$x_1 < 80$	$80 < x_1 < 95$	$95 < x_1 < 105$	$105 < x_1 < 120$	$120 < x_1$
Glyukoza	$x_1 < 2.22$	$2.22 < x_1 < 2.79$	$2.79 < x_1 < 3.0$	$3.0 < x_1 < 3.33$	$3.33 < x_1$
Umumiy oqsil	$x_1 < 7.2$	$7.2 < x_1 < 7.7$	$7.7 < x_1 < 8.1$	$8.1 < x_1 < 8.6$	$8.6 < x_1$
Ishqoriy zahira	$x_1 < 7.2$	$7.2 < x_1 < 7.7$	$7.7 < x_1 < 8.1$	$8.1 < x_1 < 8.6$	$8.6 < x_1$
Bilirubin	$x_1 < 1.88$	$3.49 < x_1 < 5.88$	$5.88 < x_1 < 7.49$	$7.49 < x_1 < 8.21$	$8.21 < x_1$
AcAT	$x_1 < 0.14$	$0.14 < x_1 < 0.34$	$0.34 < x_1 < 0.59$	$0.59 < x_1 < 0.79$	$0.79 < x_1$
AlAT	$x_1 < 0.03$	$0.03 < x_1 < 0.11$	$0.11 < x_1 < 0.19$	$0.19 < x_1 < 0.24$	$0.24 < x_1$

7. x ning joriy qiymatlarini 6-jadvaldagi mezon bo'yicha sinflarga ajratamiz. O'tkazilgan sinflashtirishning natijasi 8-jadvalda keltirilgan:

8-jadval

Xi ko'rsatkich	{ λ } ning I davrdagi qiymati					{ λ } ning II davrdagi qiymati					{ λ } ning III davrdagi qiymati				
	$\lambda_1(x_{1,i})$	$\lambda_2(x_{1,i})$	$\lambda_1(x_{1,i})$	$\lambda_2(x_{1,i})$	$\lambda_3(x_{1,i})$	$\lambda_4(x_{1,i})$	$\lambda_5(x_{1,i})$	$\lambda_3(x_{1,i})$	$\lambda_4(x_{1,i})$	$\lambda_5(x_{1,i})$	$\lambda_1(x_{1,i})$	$\lambda_2(x_{1,i})$	$\lambda_3(x_{1,i})$	$\lambda_4(x_{1,i})$	$\lambda_5(x_{1,i})$
X ₁	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X ₂	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X ₃	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X ₄	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X ₅	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
X ₆	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1

8-jadvalni tahlili shu narsani beradiki, ikkinchi davrda ta'minlanganlikning sifat jihatdan pasayishi aktivlar aylanuvchanligining sifat jihatdan o'sishi bilan bir vaqtda sodir bo'lgan.

8. Mikroelementoz kasalligi darajasini (4) formula bo'yicha baholash $g_I = 0.709$, $g_{II} = 0.713$ ni beradi, ya'ni mikroelementoz kasalligi bir oz aniqlangan.

9. g ning qiymatlarini 2-jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha tanib olish
“AB” bug'oz sigirlarning mikroelementoz kasalligi darajasini har ikkala tahlil
davrlari uchun ham **yuqori** ekanligini aniqlaydi.