EHTİMAL VƏ L. ZADƏNİN QEYRİ-SƏLİS ÇOXLUQLAR NƏZƏRİYYƏLƏRİNİN MÜQAYİSƏSİ

E.A. İSAYEVA
Elm və Təhsil Nazirliyi, Fizika İnstitutu
Bakı, Azərbaycan AZ1073, H. Cavid pr.131,
e-mail: eaisaeva@mail , e.isayeva@physics.science.az

Ehtimal nəzəriyyəsi qeyri-müəyyənliklərlə məşğul olur. Bəs onda Zadə nəzəriyyəsinə ehtiyac nədən yarandı? Süni intellektin həyata keçirdiyi məntiqi əməliyyatlar çoxqiymətli, qeyri-səlis məntiqə əsaslanır. Burada L.Zadənin qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsindən (FMS) istifadə etmək məqsədəuyğun olardı. Süni intellektdə baş verən fiziki prosesləri qeyri səlis hadisələr hesab etmək olar.

Açar sözlər: qeyri-dəqiqlik, təsadüfilik, qeyri-müəyyənlik, Kolmoqorov aksiomatikası, ehtimal ölçüsü, elementar hadisənin indikatoru, məhsubiyyət funksiyası

Giriş

Hələ 1996-cı ildə mənim yaddaşımda qözəl xatirələrlə yaşayan müəllimim akademik Maqsud Əliyev Lütfi Zadənin qeyri-səlis çoxluqlar (QSÇ) nəzəriyyəsi haqqında danışarkən, qarşımıza belə bir sual goydu: “Bəs bizim həyat fəlsəfəsində QSÇ nə deməkdir və elmlərdə onun rolu nə ola bilər?”

Müasir dünyada bir çox şey görüşümüzü dəyişdi və biz başa düşdük ki, bir çox şeylər bizim sadələşdirmələrimizdən daha dərin məzmun daşıyır. Bu xüsusilə süni intellekt problemlərinə aiddir.

Zadənin QSÇ nəzəriyyəsi bu problemlə birbaşa bağlıdır [1]. Süni intellektdən danışarkən başa düşürük ki, söhbət yeni nəsil kompüterlərdən gedir [2]. Bəs bu yeni maşınlar sələflərindən nə ilə fərqlənəcək? Məyər mövcud kompüterlər bir çox problemi həll etmirmi və niyə onları süni intellekt kimi təsnif etmirik? Fakt budur ki, bu gün maşınların həyata keçirdiyi məntiqi əməliyyatlar iki dəyərli məntiqə əsaslanır.

Burada yalnız iki nəticə mümkündür, “bəli və ya xeyr” və bu, əlbəttə ki, zəkaya xas olan tələblərə cavab vermir. Bu günun köhnə nəsil kompüterləri dünyamızı dərk edə bilsəydilər, onu ağ və qara rəngdə qavrayardılar.

Bu baxımdan ehtimal nəzəriyyəsi də ağ-qaradır. Axı o, eyni Aristotel məntiqinə əsaslanır. Buna görə də, kompüterlərdə baş verən proseslərdən danışarkən, bunların ehtimal prosesləri olduğunu nəzərdə tuturlar. Bu proseslər fiziklərin tədqiqat mövzusudur. Ehtimal nəzəriyyəsi və onun tətbiqləri fiziklərin tədqiqatlarında böyük rol oynayır.

Statistik fizikada və termodinamikada təsadüfilik, xaos, dalğalanmalar, sabitlik xüsusi yer tutur. Bu məqalədə biz bu məsələləri qeyri-müəyyənliklər iyerarxiyasının daha yüksək səviyyəsindən nəzərdən keçirmək istərdik.

Ehtimal nəzəriyyəsi baxımından fiziki hadisə

Ehtimal nəzəriyyəsində Kolmoqorovun aksiomatikasından [3] istifadə edərək hadisəni nəzərdən keçirərkən ona elementar hadisələrin alt çoxluğu $\{\omega\}$ təyin edilir. Sonra, hər hansı digər hadisələrin müxtəlif alt çoxluqlarını birləşdirərək, Ω hadisələr çoxluğu və ya fəzasını təşkil edirlər. Bu şəkildə formalaşan Ω çoxluğu sıfır ölçü dəsti olmadan ölçülə bilən çoxluq hesab olunur, yəni Borel çoxluğu. Məlum olduğu kimi, Borel çoxluqları üçün üç şərti ödəyən Lebesq ölçüsü adlanan L(S) funksiyası müəyyən edilir:

a) mənfi olmayan,
b) additivli,
c) uzunluğuna bərabər olan hər bir interval üçün [3].

Lakin ehtimal nəzəriyyəsində yalnız a) və b) şərtlərini ödəyən başqa bir funksiya P(S) nəzərdən keçirilir və belə müəyyən edilir:

$$P(S) = f(x)dx,$$

əgər $f(x)$ funksiyası S çoxluğunda müəyyən olunub, və $P(S)=+\infty$, digər hallarda burada f(x) ehtimalın paylanması sıxlığıdır. Əgər S çoxluğu intervaldırsa, o zaman f(x) Riman mənasında inteqraldır. Əgər intervallardan daha ümumi çoxluqlar sinfini nəzərə alsaq, onda f(x) Lebeq mənasında inteqraldır. L(S) yerinə başqa ölçü P(S) istifadə edildikdə, f(x) Lebesq-Stieltjes mənasındadır.

Gördüyümüz kimi, ehtimal nəzəriyyəsində belə ölçülər P(S) qəsdən 1-ə bərabər seçilir. Bu ölçülər ehtimal ölçüləridir. R1 birölçülü fəzasında müvafiq ehtimal paylanma funksiyası F(x) aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$F(x) = P(\xi < x),$$

burada ξ təsadüfi dəyişəndir,

$$0 \le F(x) \le 1\,,\ F(-\infty) = 0,\ F(+\infty) = 1\,.$$

Yuxarıdakıların hamısı məşhur nəzəriyyələrdən (Kolmoqorovun aksiomatikası, çoxluqlar nəzəriyyəsi və ölçülər nəzəriyyəsi) irəli gəlir [3, 4].

2. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi nöqteyi-nəzərindən fiziki hadisə

Lakin, P(S) 1-dən böyük və ya kiçik olan digər ölçülər də mövcuddur və onlar ehtimal nəzəriyyəsinin

131, H.Javid ave, AZ-1073, Baku
Institute of Physics
E-mail: jophphysics@gmail.com

seçimindən kənarda qalırlar və L. Zadə tərəfindən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi (QSÇ) ilə tədqiq edilir.

Onlar Π(S)>1 - imkan ölçüsü və N(S) < 1 - zərurət ölçüsü adlanır.

Aydındır ki, bütün bu üç ölçü Π, P, N-ni eyni vaxtda nəzərə almaqla biz ehtimal nəzəriyyəsinin məhdudiyyətlərindən kənara çıxırıq.

Ehtimal nəzəriyyəsində olduğu kimi, imkan ölçüsü Π(S) üçün onun imkanların bölüşdürülməsi funksiyası $F_\Pi(x)$ təqdim olunur:

$$F_\Pi(x) = \Pi(\eta < x),$$

burada η – qeyri səlis kəmiyyətdir, $0 \le F_\Pi(x) \le 2$, $F_\Pi(-\infty) = 0$ və $F_\Pi(+\infty) = 2$ (2 ədədi ixtiyari alınır), və ehtiyacların bölüşdürülməsi funksiyası F_N (x):

$$F_N(x) = N(\eta < x),\ 0 \le F_N(x) \le 0{,}5,\ F_N(-\infty) = 0 \text{ və } F_N(+\infty) = 0{,}5,$$

(biz ixtiyari olaraq 0,5 ədədini götürmüşük).

Bu funksiyalar, məsələn, [5]-də edildiyi kimi başqa bir şəkildə təqdim edilə bilər. Bu işdə elementar hadisələrə (Ω dəstinin nöqtələri) əlavə olaraq, "fokus elementləri" kimi təqdim olunur.

Onlar müşahidələrin qeyri-dəqiqliyini əks etdirən Ω çoxluğunun E_1, E_2 ,… E_n -in cüt-cüt fərqlənə bilən alt çoxluqlarıdır. Bu halda m(Ei) ehtimalı Ei-ni təşkil edən elementar hadisələr çoxluğunun ehtimalının qiyməti kimi başa düşülür. Bu vəziyyətdə A hadisəsinin baş vermə ehtimalı qeyri-dəqiq səciyyələndirilə bilər və $\{P_*(A), P^*(A)\}$ intervalında olan baxıla bilər:

$$P_*(A) = \sum_{E_j \subseteq A} m(E_j) = \sum_j m(E_i) = N_{E_j}(A)$$ - bu kəmiyyət zərurətdir,

$$P^*(A) = \sum_{E_j \cap A = \otimes} m(E_j) = \sum_j m(E_i) = \Pi_{E_j}(A)$$ - bu kəmiyyət mümkünlikdir.

Qeyd edək ki, Zadənin QSÇ nəzəriyyəsində P(A)+P(B)=1 həmçinin Π(A)+N(B)=1 bərabərliylərinə baxılır, burada A və B iki əks hadisələrdir.

Məlumdur ki, ehtimal nəzəriyyəsi və statistiknın tətbiqi üçün zəruridir ki, hadisənin tezliyi $\nu = \frac{n}{N}$ sabit qiymət almağa meylli olsun və bu sabitlik qorunsun. Burada N – teçrübələrin ümümi sayı, n - təcrübə nəticəsində bizi maraqlandıran hadisənin baş vermə sayıdır və dəyişən kəmiyyətdir.

Bu sabitlik qorunursa, n - təsadüfi dəyişən kəmiyyətdir. Əgər bu sabitlik yoxdursa, onda n qeyri-səlis kəmiyyətdir və burada ehtimal nəzəriyyəsi və statistikadan istifadə etmək olmaz. L. Zadə və R. Bellman [6] dəfələrlə qeyd etmişlər ki, qeyri-dəqiqliyin mənbəyi təkcə təsadüfilik deyil, həm də qeyri-səlislikdir. Qeyri-səlisliklə bağlı qeyri-dəqiqliyi nəzərə almaq üçün, Zadənin QSÇ nəzəriyyəsindən istifadə olunur.

3. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi və statistika

Məlum olduğu kimi, bütün təcrübələr üç qrupa bölünür [7]:

1) Təcrübənin nəticəsinin tam sabitliyi olan yaxşı təcrübələr. Bu, determinizmin nadir halıdır. Ehtimal nəzəriyyəsi olmasa belə burada hər şey aydındır.

2) Çox yaxşı olmayan təcrübələr. Onların nəticələri statistik sabitliyinə malikdirlər. Burada ehtimal nəzəriyyəsi və statistikadan istifadə olunur.

3) Nəticənin statistik sabitliyinin olmadığı pis təcrübələr. Lütfi Zadənin GSÇ nəzəriyyəsi burada istifadə edilə bilər.

Statistik sabitliyin mövcudluğu nadir hallarda tam təmin edilə bilər. Bununla belə, kvant mexaniki səviyyəsində bir çox təcrübələr ikinci qrupa düşür.

Burada L.Zadənin dediyi söz yada düşür: "Əgər məqsədə çatmaq üçün əlində çəkic varsa, ətrafdakı hər şey mismarlar kimi görünür".

Kvant mexaniki səviyyəsindəki təcrübələr artıq 3-cü qrupa aiddir, yəni kvant dünyasınına xas olan Heyzenberg qeyri-müəyyənliklərə görə pis təcrübələrdir. Buna görə də kvant mexanikasının aparatı xüsusi incəliklərə malik ehtimal nəzəriyyəsi anlayışları ilə yaradılmışdır. Amma Zadənin QSÇ nəzəriyyəsinin istifadəsi daha məqsədə uyğun ola bilərdi.

Belə görünür ki, gündəlik təcrübələr, makroskopik səviyyədə təcrübələr 1 və ya 2-ci qruplara aiddir, yəni yaxşı təcrübələrdir. Ancaq buna tam zəmanət verilmir. Məsələn, Uspekhi-Physics jurnalında cap olunan məqalədə [8] göstərilir ki, mövcud olan statistik üsulları eksperimental nəticələrin paylanmasının "incə" strukturunu təhlil etmək üçün uyğun deyil.

Bu məqalə makroskopik proseslərdəki fluktuasiyaları öyrənir və müəlliflər bizi belə qənaətə gətirirlər ki, "ehtimal" və "təsadüfilik" anlayışları fluktuasiyaların necə paylanacağı sualının cavabını müəyyənləşdirmir. Ehtimal nəzəriyyəsinin orta kəmiyyət anlayışı burada keçərli deyil.

Burada Bellman və Zadənin necə xəbərdarlıq etdiklərini xatırlaya bilərik: "Biz hesab edirik ki, təsadüfilik və qeyri-səlislikləri ayırmaq lazımdır, ikincisi bir çox qərarların qəbulu proseslərində qeyri-dəqiqliyin əsas mənbəyidir". Beləliklə, L.Zadənin QSÇ nəzəriyyəsinin fizikada tətbiqi cox vacib bir məsələdir.

Məlumdur ki, Kolmoqorovun aksiomatikasına görə Ω ehtimal fəzasının elementləri və ya nöqtələri gələcəkdə baş verəcək və ya olmayacaq A, B, ... hadisələri deyil, ω_1, ω_2, ω_3, ...elementar hadisələrdir, yəni Ω={ ω_1, ω_2, ω_3,...} [3]. Bu halda, ehtimal nəzəriyyəsində Ω-nin müxtəlif alt alt çoxluqları *I(ω)* adlanan hadisə indikatoru ilə əlaqəli olan *A, B, C*, ... hadisələrdir:

$$I(\omega) = \begin{cases} 1, əgər\ \omega \in A \\ 0, əgər\ \omega \notin A \end{cases}$$

Burada *A* – biz tərəfdən baxılan hadisədir. O, elementar hadisələrdən ibarət olunan səlis coxluğdur.

Lakin L.Zadə öz QSC nəzəriyyəsində M səlis yox, qeyri səlis olan coxluqlara baxır. Buraya o yeni bir anlayış gətirir – bu x elementinin M çoxluğuna $\mu(x)$ məhsubiyyət funksiyasıdır.

$$\mu(\omega) = \begin{cases} 1, \partial g\partial r\ \omega \in A \\ 0, \partial g\partial r\ \omega \notin A \\ [0,1],\ \ digar\ hallarda\,. \end{cases}$$

Gordüyümiz kimi, Zadənin QSÇ-da olan məhsubiyyət funksiyası $\mu(\omega)$ ehtimal nəzəriyyəsində olan *I(ω)* indikatorun analoqudır, lakin daha geniş əhatəli.

Məlumdır ki, ehtimal nəzəriyyəsində $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots$ elementar hadisələrdən başqa onların üzərində olan operasiyalarada baxılır. Onlar F klas hadisələr – hadisələrin cəbri - adlanır. Ona görə də ehtimal fəzası Θ, Θ = {ω, F, P} kimi yazılır, burad P – ehtimalın özüdür. Əgər Ω n sayda $\omega_1, \omega_2, \ldots \omega_n$ elementar hadisələrdən ibarətdirsə, onda F klası $2^n = C_n^0 + C_n^1 + C_n^2 + \ldots . C_n^n$ hadisələrdən ibarətdir. Burada ehtimal nəzəriyyəsində geniş istifadə olunam kombinatorika elminin 2^n aranjemanları və C_N^k kambinzonlarıdır. Burada 2 rəgəmin mənası isə odur ki, Aristotelin iki cavablı, yani baxılan hadisədə elementar hadisə baş verir ya yox məntiqidir. Buna əlavə olaraq ehtimal nəzəriyyəsində elmentar hadisələr cüt-cüt bir yerdə baş vermiyən barabər ehtimallı hadisələrdir. Beləliklə ehtimal nəzəriyyəsində F klasdan seçim edir və cüt-cüt bir yerdə baş verməyən bərabər ehtimallı hadisələrdir tam bütöv qrup yaradır.

Beləliklə, tam $A_1, A_2, \ldots A_n$ hadisələr yeni Ω ehtimal fəzanın nöqtələri sayıla bilər $\Omega = \{\omega_1\} + \{\omega_2\} + \ldots \{\omega_n\}$, burada $\{\omega_n\}$- bir A_n nöqtədə cəmləşmiş elementar hadisələrin coxluğudir.

Lakin, bu Ω fəzanın ətrafında F klasdan A_1^*, A_2^* ... A_n^* cüt-cüt bir yerdə baş verən barabər ehtimallı olmayan hadisələr galır. Onlar L.Zadənin QSÇ nəzəriyyəsinə aiddilər. Bu A_1^*, A_2^* ... A_n^* nogtələr tam yeni qeyri- səlis Ω^* fəzanın nögtələridir, $\Omega^* = \{\omega_1^*\} + \{\omega_2^*\} + \ldots \{\omega_n^*\}$. Biz burada əmin deyilik ω^* nögtə bu Ω^* fəzaya məhsubdır ya yox, diz yalnız onun məhsubiyyət dərəcəsindən danışa bilərik. Bu iki Ω və Ω^* fəzaları birləşdirərək, biz tam yeni Ω^{**} fürsətlər ya da mümkünliklər fəzasını yaradıriğ, $\Omega^{**} = \Omega \cup \Omega^*$. Bu ($\Omega^{**}$,F,Π) fəzada, Π – mümkünlik ölcüsüdir, F – hadisələrin cəbridir. Aydındır ki, bu yeni məkanda ehtimal nəzəriyyəsində nəzərdən keçirilə bilməyən təcrübə nəticələri indinəzərdən keçirilə bilər. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, statistik sabitliyin mövcud olduğu təcrübədə təcrübənin nəticəsi sabit qiymət alır, ona görə ki, bu hadisə eyni dərəcədə ehtimal olunan, qoşa uyğun gəlməyən hadisələrin birliyi və ya $A = A_1 + A_2 + \ldots A_к$ cəmi kimi təmsil oluna bilər. Bu halda $P(A_i) = \frac{1}{n}$, və $P(A) = \frac{k}{n}$. Statistik sabitliyin olmadığı təcrübədə nəticə $A_1 + A_2 + \ldots A_к$ cəmi kimi təqdim edilə bilməz. Buna görə də, burada ehtimal nəzəriyyəsindən istifadə etmək olmaz, lakin Zadə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi istifadə oluna bilər.

Sadə birmisal verək. Zər-kub üçün ehtimal fəza tərəfləri nomrələnmiş 6 elementar hadisədən ibarətdir (ω_1 – 1-ci uz düşəcək, ...ω_6 – 6-cı üz düşəcək). F adlanan ehtimal fəzamızın cəbri $2^6 = 64$ element - hadisə ilə işləyir. Bu 64 hadisə arasından 6 bərabər ehtimallı, {1}, {2},...{6} hadisə seçilir ki, bunlar ikili bir-biri ilə baş verməyən, eyni dərəcədə ehtimal olunan hadisələrin tam qrupunu təşkil edir. İstənilən nəticə, məsələn {1, 5} – hər iki tərəfdən ya {1}, ya{5} tərəf – statistik sabitliyə malikdir, $\nu = \frac{2}{6}$. Bu Kolmogorov aksiomatikasındandır.

İndi isə təsəvvür edək ki, biz burada yalnız 3 bərabər ehtimallı, cüt-cüt baş verməyən $A_1 = \{1, 2\}$, $A_2 = \{3, 4\}$, $A_3 = \{5, 6\}$ elementar hadisələri görürük. Onlar tam grupu taşkil edirlər və bu hadisələrin cəbri $F=2^3=8$ elementdən ibarətdir. Məsələn, $A=\{1,2,3,4\}$ nəticə üçün $A=A_1+A_2$. Bu halda $I(\omega_1)=1$, $I(\omega_2)=1$, $I(\omega_3)=0$ və ehtimal $P(A) = \frac{2}{3}$.

Lakin, məsələn A={1.5} nəticə haqqında baz hecnə deyə bilmərik? Burada biz *I (ω)* indikator aanlayışından L.Zadənin QSÇ nəzəriyyəsində olan μ(ω) məhsubiyyət funksiyası anlayışına keçməliyik. Bundan sonra biz ehtimal fəzada olan $\omega_1=\{1,2\}$, $\omega_2=\{3,4\}$, $\omega_3=\{5,6\}$ elementar hadisələrin yanına $\omega_1^*=\{1, 5\}$, $\omega_2^*=\{4, 6\}$ ... və s. fokal adlanan elementləri, yanı goşa baş verən hadisələri də goymalıyığ. Zadənin qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsində bu fokus elementləri Π(A) imkan ölçüsü ilə bağlıdır [1]. Ehtimal nəzəriyyəsində indikator *I(ω)* göstəricisinin orta qiyməti hadisəsinin ehtimalıdır P(A):

$$E\big(I(\omega)\big) = \frac{1 + 1 + \cdots k\ d\partial f\partial + 0 + 0 + \cdots (N-k) d\partial f\partial}{N} = P(A),$$

Burada $A = A_1 + A_2 + \ldots A_к$.

Eynilə, L.Zadənin QSÇ nəzəriyyəsində olan μ(ω) məhsubiyyət funksiyasının orta giyməti hadisəsinin mümkünlüyüdür Π(A):

$$E\big(\mu(\omega)\big) = \mu_1 + \mu_2 + \cdots \mu_k = \Pi(A)\,.$$

Ehtimal nəzəriyyəsində təsadüfi dəyişən kəmiyyət X anlayışı mərkəzi yer tutur. Təsadüfi dəyişən X – funksiyadır. O, Ω fəzadan hansısa bir sistemin müxtəlif hallar fəzasına keçid edən funksiyadır. Hallar fəzası R həqiqi ədədlər dəsti də ola bilər, yani $X : \Omega \rightarrow R$.. Təsadüfi dəyişən kəmiyyət aşağıdakı xüsusiyyətə malik olmalıdır:

$A = \{\omega / X(\omega) \leq x\} \in A, \quad \forall x \in R,$

Burada ω – elementar hadisə, A –hadisələrdir və yaxud σ- sahə A.

Əgər elementar hadisələrin məkanı Ω birbaşa müşahidə üçün əlçatan deyilsə, yuxarıdakı X funksiyasından istifadə etməklə məlumat əldə edilə bilər, yani $X : \Omega \rightarrow R$.

Təsadüfi dəyişən X bir növ "ölçmə cihazı"dır. Bununla belə, Ω fəzasındakı hər hadisə "ölçmə cihazı X" tərəfindən aşkar edilə bilməz. Başqa sözlə, hər bir hadisə $A \in A$ belə $A=X^{-1}(B)$ şəklində təmsil oluna bilməz. Buna görə də, σ- sahə A(x) A hadisə sahəsinin alt sahəsidir, yəni $A(x) \subset A$.

Belə hadisələrə Zadənin QSÇ nöqteyi-nəzərindən baxmaq və qeyri-səlis kəmiyyət X* anlayışını təqdim etmək çox maraqlıdır. X təsadüfi dəyişən kimi, qeyri-səlis dəyişən X*-ın tərifində əsas rolu qeyri-səlis fəza $\Omega^* = \{\omega_1, \omega_2, ...\}$ oynayacaq və bütün hadisələr A σ-sahədır.

Təsadüfi dəyişən X kimi, qeyri-səlis dəyişən X* da Ω* fəzasından elementəri R həqiqi ədədlər çoxluğuna aparan funksiyadır, yəni $X^*: \Omega^* \to R$. O, aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

$$A = \{\omega / X^*(\omega) \leq x\} \in A, \quad \forall x \in R .$$

X-ə bənzər qeyri-səlis kəmiyyət X* həm də bir növ "ölçü cihazıdır". Aydındır ki, iki ölçmə vasitəsi həmişə bir vasitədən daha yaxşıdır.

İfadə olunan fikirləri S.Şnolun məqaləsi ilə əlaqələndirmək olar. Məqalədə deyilir ki, müxtəlif xarakterli hər hansı proseslər üçün eksperimental nəticələrin qəribə səpələnməsi var, yəni hamısı eyni "incə" paylanma strukturuna malik idi lər. Məqalənin son sözü belə bir sualdır: "Nə üçün nəzəriyyə bunu izah edə bilmir?" və müəllif belə qənaətə gəlir ki, "ehtimal", "təsadüfilik" və "xaos" anlayışları aydınlaşdırma tələb edir.

"Nəticələrin səpələnməsi"ndə incə qanunauyğunluqlar axtarmaq lazımdır və təəssüf ki, mərkəzi ehtimal teoremlərə əsaslanan nəticələrin statistik emalı üsulları nəticələrin paylanmasının "incə" strukturunu təhlil etmək üçün kifayət deyil. Beləliklə, müəllifin bəhs etdiyi nəticələrin qəribə səpələnməsi təkcə təsadüfiliklə deyil, həm də prosesin qeyri-səlisliyi ilə bağlıdır və məhs "incə" quruluş qeyri-səlisliklə bağlıdır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, qeyri-səlis kəmiyyət "ölçmə cihazıdır" və burada onun köməyi ilə istəsək də, istəməsək də, eksperimental nəticələrin paylanmasının incə strukturu aşkarlanır.

Bir çox fiziki proseslərdə, o cümlədən stoxastik proseslərdə sabitliy məsələsinə çox diqqət yetirilir. Riyaziyyatçılar bu məsələlərdə Lyapunov funksiyasını öyrənirlər . Aydındır ki, sistemin sabitliyi üçün əlavə məhdudiyyətlər lazımdır ki. L.Zadənin QSÇ nəzəriyyəsində bu kəmiyyət - zərurətdir N, və yuxarıda müzakirə edilmişdir ki N (A) + N (B) < 1.

Sonda, ehtimal və L.Zadənin QSÇ nəzəriyyələrin içində olan qeyri-müəyyənliklər və fizika- riyaziyyat elmində olan təriflərlərin əlaqəsinə cədvəl şəkilində vermək yaxşı olardı.

Cədvəl

Fizika və riyaziyyat	**Ehtimal və L. Zadənin QSM nəzəriyyələri**
Entropiya (S)	Qeyri-müəyyənlik ölçüsü (g)
Təsadüfi dəyişən və ya hadisə X(ω)	Ehtimal ölçüsü P
Təsadüfi funksiya və ya stoxastik proses $X_t(\omega)$	Mümkünlikdir ölçüsü Π
Sabitliy (Lyapunov funksiyası L)	Zərutət ölçüsü N
Elementar hadisə ω	İndikator *I* və məhsubiyyət funksiyası μ

[1] *Л.А. Заде.* Роль мягких вычислений и нечеткой логики впонимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем. Новости искусственного интеллекта, № 2-3, 2001, (44-45), с.7-152.

[2] *М.И. Алиев, И.М. Алиев, Э.А. Исаева.* Флуктуации сточки зрения теории нечетких множеств *Л.Заде.* Ис-кусственный Интеллект и принятие решений, 2009, № 2, с.70-753.

[3] *А.Н. Колмогоров.* Основные понятия теории вероятностей, М.: Наука, 1974.

[4] *Г. Крамер.* Математические методы статистики, М.: Мир, 197

[5] *А. Дюбуа, А. Прад.* Теория возможностей: Приложе-ния к представлению знаний в информатике, М.: Радио и связь, 1990, 290с.

[6] *R.E. Bellman, L.A. Zadeh.* Making in Fuzzy Environment, Management Science, 17, No.4, 1970, p.141-1647. *В.Н. Тутубалин.* Теория вероятностей, М.: Изд. МГУ,1972, 209с.

[7] *С.Е. Шноль и др.* Флуктуации в макросистемах. УФН, 1998, т. 168, № 10, с.1129-1140

[8] *M.I. Aliyev, E.A. Isayeva, I.M. Aliyev.* Random and fuzzymagnitudes as some kind of measuring devices. Pro-ceeding of ICAFS-2010 (Ninth International conferenceon Application of Fuzzy System and Soft Computing), Prague, Czech Republic, August 26-27, 2010, p.275-277

E.A. Isayeva

COMPARISON OF THEORIES OF PROBABILITY AND L. Zadeh's FUZZY SETS

Probability theory deals with the uncertainties. So what was the need for the Zadeh's fuzzy sets theory? Logical operations performed by artificial intelligence are based on multi-valued fuzzy logic. Here it would be appropriate to use L. Zadeh's fuzzy set theory (FST). Physical processes occurring in the artificial intelligence can be considered as fuzzy phenomena.

Э.А. Исаева

СРАВНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ Л. ЗАДЕ

Теория вероятностей имеет дело с неопределенностями. Так в чем же была необходимость в теории нечетких множеств Заде? Логические операции, выполняемые искусственным интеллектом, основаны на многозначной нечеткой логике. Здесь уместно было бы воспользоваться теорией нечетких множеств (ТНТ) Л. Заде. Физические процессы, происходящие в искусственном интеллекте, можно рассматривать как нечеткие явления.