

DOI: <https://www.doi.org/10.36719/2663-4619/65/75-85>

**İradə Hətəm qızı Mirzəzadə**

AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
irada811@gmail.com

**Gülçin Gülhüseyn qızı Abdullayeva**

AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu  
fizika-riyaziyyat elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
ag\_gulchin@rambler.ru

**Həsənağa Rauf oğlu Nağızadə**

AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu  
dissertant  
hasan.nagizada@yahoo.com

**TİBBİ İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN RİYAZİ APARAT**

**Açar sözlər:** *bioloji sistem, biokibernetik məsələlər, differensial və inteqral tənliklər, riyazi model, Bayes metodu, süni neyron şəbəkələr*

**Mathematical machine usage in medical information systems**

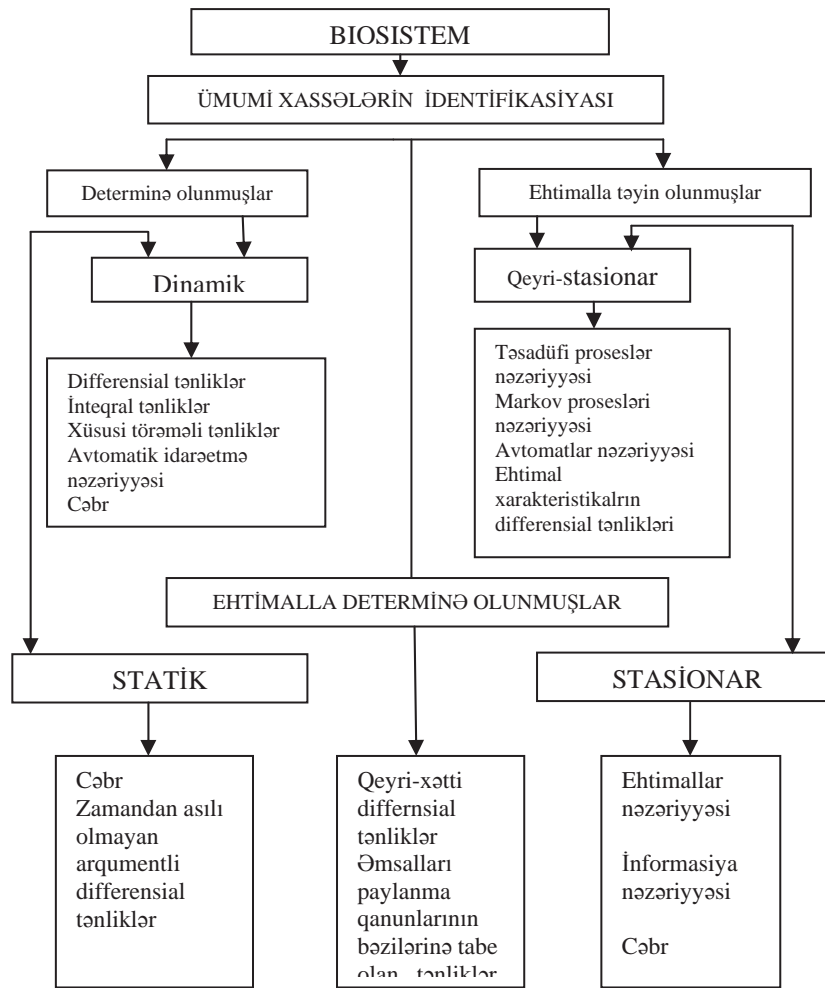
**Summary**

Biosystem of the human body is viewed as a whole. First of all adequate mathematical machine selection and class of biosystems needs to be assigned for creation of mathematical model of biological system. Biosystem has two types of approach. One of them is supposed to be a simple approach, the other is likely to be very complex – indexed approach. Different biosystems with determination properties are usually described by differential and integral equations, linear and nonlinear algebra. In some cases, algebraic polynoms with timed argument are used for presenting determined biosystem dynamics. Adequate mathematical modeling machine, probability theory, Markov and random processes theory and the laws are applied for the description of likely characterized biosystems.

**Key words:** *biosystem, biocybernetic issues, differential and integral equations, mathematical model, Markov chains, Bayes method, artificial neural networks*

**Giriş**

Hələ 1964-cü ildə Norbert Viner biotexniki sistemlərin yaradılmasının vacibliyi haqqında yazmışdır (1). Bioloji sistemin riyazi modelinin yaradılması üçün ilk öncə adekvat riyazi aparat seçilməli, ən əsası biosistemin sinfi təyin edilməlidir. Biosistemin ümumi xassələrinin identifikasiyası tədqiq olunan göstəricilərə görə biosistemin işləməsinin təsvirini istiqamətləndirir. Determinə olunma xassələrinə malik olan müxtəlif biosistemlər adətən differensial və inteqral tənliklərin, xətti və qeyri-xətti cəbrin köməyiylə təsvir edilir. Determinə olunmuş sistemlərin araşdırılması üçün cəbri metodlardan istifadə edilir. Determinə olunmuş biosistemlərin dinamikası adekvat olaraq qeyri-asılı dəyişən kimi zaman olan differensial və inteqral tənliklərlə göstərilir. Bəzi hallarda determinə olunmuş biosistemlərin təsviri üçün argument şəklində zaman daxil olunmuş cəbri polinomlar istifadə edilir. Ehtimal xarakterli biosistemlərin işləməsinin təsviri üçün adekvat riyazi modelləşdirmə aparatı, ehtimal nəzəriyyəsi, markov və təsadüfi proseslər nəzəriyyəsi, ehtimal paylanma və qanunlarının təsviri üçün cəbri və differensial tənliklər tətbiq edilir. Ehtimal xarakterli biosistemlərin stasionar rejimi paylanma qanunlarını müəyyən edən cəbri ifadələrin, avto və qarşılıqlı korrelyasiya funksiyalarının, markov prosesləri və kütləvi xidmət nəzəriyyəsinin köməyiylə araşdırılır. Qeyri-stasionar ehtimal xarakterli biosistemlərin araşdırılması təsadüfi proseslər nəzəriyyəsi, avtokorrelyasiya funksiyaları, markov prosesləri nəzəriyyəsi və avtomatlar nəzəriyyəsinin köməyiylə aparılır. Qeyd etmək lazımdır ki, çox mürəkkəb ehtimal və ehtimal-determinə olunmuş biosistemlər üçün entropiya qiymətləndirilməsindən istifadə etmək olar. Beləliklə demək olar ki, eksperimental verilənlərin analizi biosistemlərin xassələrini aşkar etməli, bundan asılı olaraq biosistemin riyazi modelinin sintezi üçün adekvat riyazi aparat seçilməlidir. Biosistemin araşdırılmasının riyazi aparatının identifikasiyası elə biosistemin özünün vasitəsilə həll olunur. Şək.1-də tədqiq olunan biosistemin parametrlərinin riyazi emalından öncə istifadə olunacaq riyazi aparatların sxemi verilmişdir.



Şək.3.1. Riyazi aparatın struktur sxemi

Biotibbi siqnalların və verilənlərin böyük sayda emal metodları mövcuddur:

- verilənlərin təsnifatı;
- verilənlərin mənbəyi və xarakteristikaları;
- eksperimentdə verilənlərin ümumi xarakteristikası və modelləri;
- zaman sıraları və markov zəncirləri nəzəriyyəsi;
- verilənlərin həndəsi modeli;
- obrazların identifikasiya və tanınması;
- verilənlərin statistik analiz metodları;
- qeyri-parametrik analiz metodları;
- çoxölçülü müşahidələrin təsnifatı;
- çoxölçülü verilənlərin qarşılıqlı əlaqəsinin tədqiqat metodları,
- təsvir fəzasının kiçiltmə metodları;
- informasiya verilənlərinin analizi zamanı alternativlərin seçimi;
- biotibbi təsvirlərin analizinin əsası və s.

Biosistemin analizi üçün ilk növbədə bu və ya digər riyazi aparatın seçilməsi əsaslandırılmalıdır (2). Bioloji sistemin optimal xarakteristikasının həll problemi verilənləri adekvat təsvir edən riyazi aparatın seçilməsilə yerinə yetirilir. Bu məsələnin həlli ilkin informasiyanın xüsusiyyətinə əsaslanan biokibernetik məsələlərin təsnifatının aparılmasını nəzərdə tutur. Biokibernetik məsələlərin təsnifatının əsasını sistemin mürəkkəbliyi və səviyyəsinin kəmiyyət qiymətləndirilməsi təşkil edir. Mürəkkəbliyə görə identifikasiya sistemin maksimum mürəkkəbliyinin ədədi qiyməti ilə təyin edilir:

$$H_{m \max} = \log m, \quad (1.1)$$

harada  $m$  – sistem tərəfindən qəbul edilən mümkün vəziyyətlərin miqdarıdır.

Bu zaman sistemin:

- vəziyyəti 8-ə qədər olduqda  $0 < H_{max} \leq 3$  sadə,
- vəziyyəti 128-ə qədər olduqda  $3 < H_{max} \leq 6$  mürəkkəb,
- 128-dən çox olduqda  $H_{max} > 6$  çox mürəkkəb kimi qiymətləndirilir.

$H_{max}$  kəmiyyəti sistemin təşkilinin hesablanmasında maksimal qeyri-müəyyənlikdir. Əgər sistemin hər bir vəziyyətinin  $p_i$  ehtimalını hesablamaq mümkündürsə onda sistemin işləməsinin qeyri-müəyyənliyi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$H = - \sum_{i=1}^m p_i \log p_i. \quad (1.2)$$

Daha sonra nisbi təşkil olunma hesablanır:

$$R = 1 - \frac{H}{H_{max}}. \quad (1.3)$$

Nisbi təşkil olunmaya əsasən bütün sistemlər 3 qrupa bölünür:

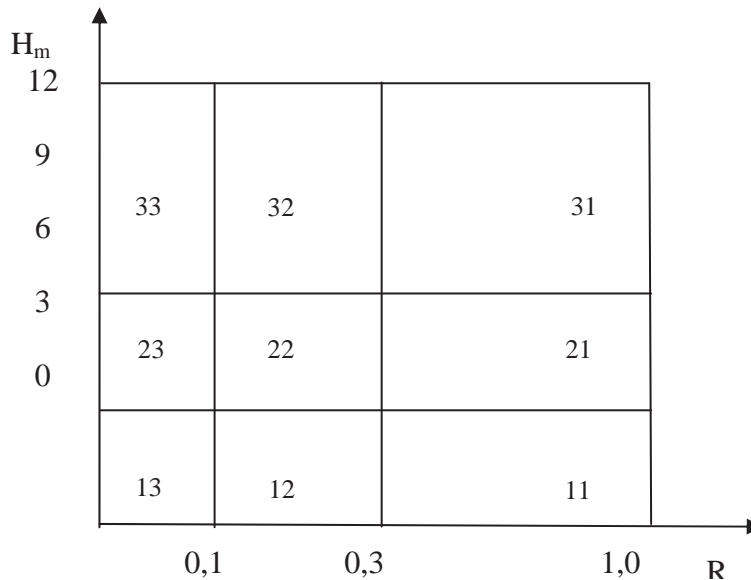
➤ Əgər  $0 < R \leq 0.1$ , onda biosistem ehtimal xarakterli olub az sərtliyə malik olur, öz vəziyyətlərinin paylanma qanunu dəyişə bilmək qabiliyyətinə malik olur.

➤ Əgər  $0.3 < R \leq 1$ , onda bioloji sistem baxılan göstəriciyə görə determinə olunandır. Bu sistemlərə daxili orqanların idarəetmə biosistemləri, daxili mühitin parametrlərinin sabitliyini təmin edənlər aiddir.

➤ Bu iki tip bioloji sistemlər, yəni həm determinizm, həm də ehtimal xarakterli olanlar arasında hər iki xüsusiyyəti birləşdirən böyük biosistem qrupu vardır. Onlarda nisbi təşkil olunmanın qiyməti  $0.1 < R \leq 0.3$ . Bu sistemlər ehtimal-determinə olunmuş və ya kvazideterminə olunmuş adlanır. Bu cür sistemlərə daxili mühitin göstəricilərinin idarə edilmə sistemləri aiddir.

Hər üç sistem arasında biosistemlərlə əlaqədar olaraq kəskin sərhəd yoxdur, çünki nisbi təşkil olunma səviyyəsinin qiyməti biosistemin daxili vəziyyətindən və ona təsir edən xarici siqnallardan asılı olaraq dəyişə bilər.

Sistemin mürəkkəbliyi və nisbi təşkil olunması öz aralarında xətti asılılıqda deyildir. Onlar biosistemin müxtəlif cəhətlərini xarakterizə edirlər ( $H_{max}$  – vəziyyətlərin sayı,  $R$  – bu vəziyyətlərin sistem tərəfindən qəbul edilməsinin təşkili). Bunlar əsasında aşağıdakı təsnifat diaqramını qurmaq olar (şək.2).



Diaqramda aşağıdakı biosistemlər göstərilmişdir:

- 11 – sadə determinə olunmuş;
- 12 – sadə ehtimal-determinə olunmuş;
- 13 – sadə ehtimal;
- 21 – mürəkkəb determinə olunmuş;
- 22 – mürəkkəb ehtimal-determinə olunmuş;
- 23 – mürəkkəb ehtimal;

- 31 – çox mürəkkəb determinə olunmuş;
- 32- çox mürəkkəb ehtimal-determinə olunmuş;
- 33- çox mürəkkəb ehtimal.

Qeyd etmək lazımdır ki, determinə olunmuş sistemlər statik və dinamik, ehtimal xarakterli isə stasionar və qeyri-stasionarlara bölünür (3).

**Metodlar.** Prosesin bəzi hallarda sadə, bəzi hallarda isə çox mürəkkəb olduğunu nəzərə alaraq bu riyazi aparat və metodlardan istifadə etmək olar.

**Bayes metodu.** Biosistemin ehtimal xarakterli olması zamanı qərar qəbul etmək üçün istifadə olunan metodlardan biri Bayes metodudur. Bayes metodunun seçilməsi onun riyazi əsaslandırılması diaqnostika məsələlərinin və biliklərin testləşdirilməsi ilə bağlıdır. Qərar qəbul edilməsinin subyektiv Bayes metodu hər hansı bir hadisənin insan tərəfindən verilmiş qiymətə əsasən ehtimalıdır, bu, əlavə məlumat aldıqda dəyişə bilər. Bayes metodunun riyazi əsasını Bayes teoremi təşkil edir.

**Teorem.** Fərz edək ki,  $H_1, H_2, \dots, H_n$  – cüt-cüt bir-birinə uyğun gəlməyən hadisələr çoxluğu, bu hadisələrdən biri mütləq baş verir, və  $S \ P(S)>0$  ehtimallı hadisədir. Onda  $S$ -in baş verməsinin  $H_i$  ehtimalı aşağıdakı düsturla tapılır:

$$P(H_i/S) = \frac{P(S/H_i)P(H_i)}{\sum_{j=1}^n P(S/H_j)P(H_j)} \quad (1.4)$$

Aşağıdakı terminologiya qəbul edilmişdir: hadisələr  $H_i$  hipotez adlanır,  $P(H_i)$  – hipotezlərin aprior ehtimalı,  $P(H_i/S)$  – hipotezlərin aposterior ehtimalı,  $S$  hadisəsi - əlamət (simptom),  $P(S/H_i)$  –  $S$  simptomunun  $H_i$  hipotezlərinin təsdiqi ehtimalı.

Fərz edək ki,  $H$  – hipotez,  $S$  isə simptomdur.  $H$  və  $\sim H$  hadisələrinə baxaq. Onlar uyğun gəlmir və tamdırlar.  $S$  simptomun varlığı,  $\sim S$  simptomun inkarı deməkdir. Onda Bayes teoreminə görə

$$P(S/H) = \frac{P(S/H)P(H)}{P(S/H)P(H) + P(S/\sim H)P(\sim H)}, \quad (1.5)$$

$$P(H/\sim S) = \frac{P(\sim S/H)P(H)}{P(\sim S/H)P(H) + P(\sim S/\sim H)P(\sim H)} \quad (1.6)$$

Aşağıdakı işarələri qəbul edək

$$\begin{aligned} P^+ &= P(S/H), & P^- &= P(S/\sim H), \\ P(\sim H) &= 1 - P(H), \end{aligned} \quad (1.7)$$

Onları nəzərə alsaq

$$P(\sim S/H) = 1 - P(S/H), \quad P(\sim S/\sim H) = 1 - P(S/\sim H) \quad (1.8)$$

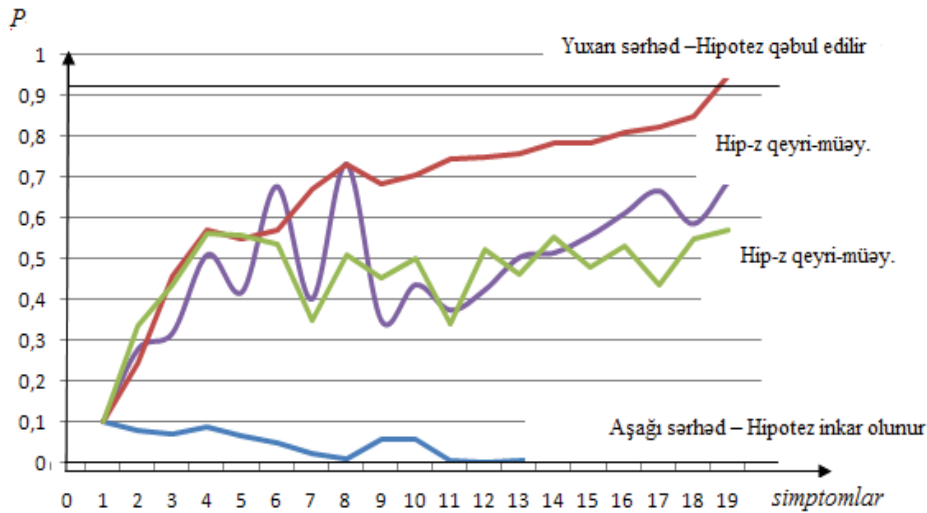
olduqda

$$P(H/S) = \frac{P^+ P(H)}{P^+ P(H) + P^- (1 - P(H))}, \quad (1.9)$$

$$P(H/\sim S) = \frac{(1 - P^+) P(H)}{1 - P^+ P(H) - P^- (1 - P(H))} \quad (1.10)$$

Əgər hər bir simptom üçün “Hə - Yox” cavabları mümkündürsə, onda  $2^k$  qədər cavablar ardıcılığı vardır, bunlar müxtəlif hesablama trayektoriyaları verirlər. Əgər cavablandırdıqda ehtimal artırsa (azalırsa) onda verilən hipotezin maksimal (minimal)  $P_{max}(H)$  ( $P_{min}(H)$ ) ehtimalına gətirib çıxaran trayektoriya əldə olunacaqdır. Maksimal və minimal ehtimal əsasında hər bir hipotez üçün yuxarı və aşağı sərhəd qiymətləri qoymaq olar. Məsələn, yuxarı ( $M_1(H)$ ) sərhəd kimi 0,8-ə vurulmuş maksimal ehtimal qiyməti və aşağı sərhəd kimi ( $M_2(H)$ ) 0,2-yə vurulmuş maksimal ehtimal götürülə bilər.

Əgər hesablama trayektoriyasının qiyməti yuxarı sərhədi aşırırsa, hipotez qəbul edilmiş, əgər hipotezin ehtimal qiyməti aşağı sərhəddən azdırsa rədd edilmiş hesab edilir. Beləliklə, bütün hesablama trayektoriyaları üç sinif trayektoriyalara bölünür: hipotezin qəbul edilməsi, rədd edilməsi və qeyri-müəyyənliyi (4). Şəkl.3. -də qərar qəbul etmənin trayektoriyaları göstərilmişdir.

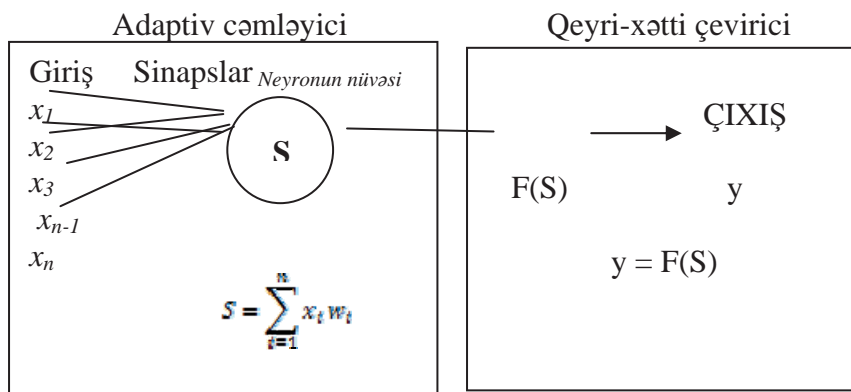


Şəkil 3. Bayes üsulunda qərar qəbul etmənin mümkün trayektoriyaları

**Neyron şəbəkə.** Süni neyron şəbəkələr canlı orqanizmlərin sinir sisteminin işləməsi haqqında biliklər əsasında yaranmışdır. İstənilən neyron şəbəkə biliklərin təsviri üçün sərbəst sistem şəklində istifadə olunur, bu bir qayda olaraq idarəetmə sisteminin bir komponenti və ya qərar qəbul edilməsinin bir modulu kimi iştirak edir. Şəbəkənin yerinə yetirdiyi funksiyaları bir neçə əsas qruplara bölmək olar:

- aproksimasiya və interpolyasiya;
- obrazların tanınması və təsnifatı;
- verilənlərin sıxılması;
- proqnozlaşdırma;
- identifikasiya;
- idarəetmə;
- assosiasiyalar (5).

Bunların hər birində neyron şəbəkə bir neçə dəyişənin funksiyasının aproksimatoru kimi rol oynayır və  $y=f(x)$  funksiyasını realizə edir, burada  $x$  – giriş vektoru,  $y$  – bir neçə dəyişənin vektor funksiyasının realizasiyasıdır. Süni neyronu Şəkil 3.4-də kimi təsvir etmək olar.



Şəkil 4. Süni neyron

Neyron şəbəkələrin böyük potensiala malik olan əsas funksiyası bütün neyronlar tərəfindən informasiyanın paralel emalıdır. Bu xüsusiyyətə əsasən böyük saylı neyronlararası əlaqələrin nəticəsində informasiyanın emalı prosesi sürətlənir.

Neyron şəbəkənin digər əsas xüsusiyyəti öyrənmə və alınmış biliklərin ümumiləşdirilməsidir (6). Şəbəkə süni intellekt cəhətlərinə malikdir. Süni neyron şəbəkələr çoxlu əlaqəli böyük miqdarda paralel işləyən sadə prosessorlardan ibarət hesablama sistemidir. Onlar təcrübə, ümumiləşdirilmə, izafi məlumatdan mühüm verilənlərin çıxarılması kimi xüsusiyyətlərə malikdir. Öyrədilmə zamanı qoyulan məsələnin effektiv həlli üçün şəbəkənin arxitekturasının (neyronlar arasında əlaqələrin strukturu) və neyronların çəkirlərinin seçilməsi



yerinə yetirilir. Hər hansı bir alqoritmə əsasən öyrədilməyə görə şəbəkə giriş siqnallarına qarşı daha yaxşı reaksiya verir (7).

Bu gün müxtəlif funksiyaları yerinə yetirən müxtəlif konfigurasiyalı çoxlu miqdarda neyron şəbəkələr mövcuddur. Məsələn, çoxlaylı tam əlaqəli neyron şəbəkə obrazların qanunauyğunluqlarının və təsnifatının axtarılması üçün geniş istifadə olunur. Ən geniş yayılmış neyron şəbəkə arxitekturaları çoxlaylı perseptron, ümumi reqressiyalı neyron şəbəkə, Koxonen neyron şəbəkəsi və s.-dir.

Artıq bu gün süni neyron şəbəkələri bir sıra sahələrdə istifadə olunur. Onların istifadəsi məsələnin təbiətindən irəli gəlir. Giriş verilənlərinin və onlar arasında əlaqələrin çoxluğu şəraitində düzgün qərar qəbul etmə baxımından diaqnostika prosesində, o cümlədən tibbi diaqnostikada süni neyron şəbəkələri son zamanlar geniş istifadə olunur (8).

Tibbi praktikada həkim-diaqnostlar predmet sahəsini təsvir edən xarakteristikalar yığımları əsasında qərar qəbul edirlər. Bu xarakteristikalar formalizə olunmuş parametrlər kimi neyron şəbəkənin giriş qiymətləri şəklində istifadə oluna bilər. Neyron şəbəkənin çıxış qiyməti bu halda müəyyən xəstəliyin olması haqqında diaqnoz qoyuluşu kimi istifadə olunur. Adətən həkim problemi xarakterizə edən bir neçə on, yüz parametrlərlə əməliyyat aparır. Onlar ilkin parametrlər kimi təcrübə və bilik əsasında emal olunaraq diaqnoz qoyulur. Giriş və çıxış parametrləri müəyyən edildikdən sonra öyrətmə seçimini hazırlamaq lazım gəlir. Öyrətmə seçimi neyron şəbəkənin proqramçısı ilə həkim-diaqnostun müştərək işinin nəticəsi olur. Son məsələ perseptronu layihələndirərək öyrətmə vasitəsilə ona bilik və təcrübənin ötürülməsindən ibarətdir. Nəticədə perseptron öyrətmə seçiminin istənilən vektorunu nəticə vektoruna çevirməyi bacarmalıdır. Yeni giriş vektoru ilə xarakterizə olunan yeni vəziyyət yarandıqda perseptron onun üçün düzgün diaqnozdan ibarət olan yeni nəticə vektorunu artıq həkimin köməyi olmadan hesablamalıdır (9).

Süni neyron şəbəkələrinin tibbi diaqnostikada bəzi tətbiq sahələrini misal göstərmək olar: flüoestent spektrlərin analizinin köməyi ilə aterosklerotik pıləklərin aşkar olunması; periferik damarların xəstəliklərinin diaqnostikası, miokard infarktının diaqnostikası, akustik siqnalların analizinin köməyi ilə ürəyin qapaqcıqlarının küylərinin diaqnostikası; psixi simptomların tanınması və s.

Neyroşəbəkə yanaşması çox vaxt statistik metodlarla müqayisə olunur. Lakin praktikada rast gəlinən verilənlər qeyri-xətti olduqları üçün neyron şəbəkələrdən istifadə olunur. Onlar bu cür verilənlərin emalı zamanı statistik metodlara nisbətən üstünlüklərə malikdirlər. Neyron şəbəkə giriş verilənlərinin ölçü fəzasını azalda bilər, bu zaman ən mühümləri seçilə bilər. Buna baxmayaraq statistika və neyron şəbəkə texnologiyaları bir-birini tamamlamalıdır.

Neyron şəbəkədə məsələnin həll üsulu haqqında biliklər öyrətmə prosesində toplanaraq neyronlar arasında sinaptik çəkilərdə yadda saxlanılır (10). Sinaps neyron şəbəkədə siqnalların ötürülməsini təmin edir. Diaqnostika məsələlərində cəld işləyən sistemlər yaratmaq lazım gəlir. Süni neyron sistemlərin bu cür tanıma rejimində çox cəld işlədiklərindən belə sistemlərin yaradılmasında onların nəzəri və praktiki əsası vardır. Neyrona giriş siqnalları daxil olur, onlar digər neyronların çıxış siqnallarıdır. Hər bir giriş siqnalı əlaqənin uyğun çəki əmsalına vurulur. Əlaqələrin çəkisi ilə giriş siqnalları cəmləmə blokuna daxil olur. Neyronun çıxış siqnalı aktivləşmə funksiyasının köməyi ilə müəyyən edilir. Aktivləşmə funksiyalarından məntiqi, artan xətti, eksponensial, siqmoidal geniş yayılmışdır. Verilənlərin şəbəkədə konkret çevrilməsi onun arxitekturası, neyronlararası əlaqənin topologiyası, şəbəkənin öyrədilmə üsulları, neyronlar arasında rəqabətin olub-olmaması, neyronlar arasında informasiyanın ötürülməsi ilə əlaqədardır.

Son zamanlar süni neyron şəbəkələrini ekspert sistemləri ilə birləşdirmək üçün cəhdlər göstərilir. Bu cür sistemlərdə süni neyron şəbəkə nisbətən sadə hallara reaksiya verir, qalan hallar isə ekspertlərin ixtiyarına verilir. Nəticədə mürəkkəb vəziyyətlər daha yüksək səviyyədə öz həllini tapır. Məsələn, tibbi diaqnostikada neyron şəbəkənin ekspert sistemi ilə birlikdə istifadə olunmasına aid misal «NeyroProyekt» şirkətinin südəmə körpələrdə eşitmənin obyektiv diaqnostikasıdır. Diaqnostikanın metodikasına görə səs həyəcanlandırıcısı beynin reaksiyasını qeydə alır. Bu elektroentsefaloqramlarda özünü göstərir. Təcrübəli ekspert uşağın eşitməsini yoxlamaq üçün 2000 test aparmalıdır, neyron şəbəkə isə həmin dürüstlüklə mütəxəssisin iştirakı olmadan bir neçə dəqiqə ərzində 200 müşahidə əsasında eşitmə səviyyəsini müəyyən edir (11).

Tibbi diaqnostikada neyron şəbəkələrinin tətbiqinin müxtəlifliyi predmet sahəsinin spesifikliyi ilə bərabər çəki funksiyalarının spesifikliyi, neyron şəbəkənin öyrədilməsinin modifikasiyası ilə əlaqədardır (12). Neyron şəbəkənin öyrədilməsi xüsusi konstruktiv alqoritmin köməyi ilə yerinə yetirilir.

**Zaman sıraları metodu.** Yeni kompüter texnologiyalarının əhalinin sağlamlığının mühafizəsi sahəsində müasir proqram və verilənlərin analizi metodlarının istifadəsi, xüsusilə sağlamlığa ətraf mühitin zərərli amillərinin təsiri şübhə doğurmur. Hal-hazırda ətraf mühit və sağlamlıq haqqında verilənlərin emalı üçün statistik metodlardan biri kifayət qədər incə məqamları araşdıran zaman ardıcılığının analizidir. Bu metod

əsasən ətraf mühitin çirklənməsi ilə əhəlinin sağlamlığı arasında əlaqənin analizi üçün çox münasibdir. Zaman sırası təsadüfi kəmiyyət və ya prosesin müşahidələrinin zaman boyunca nizamlanmasıdır. Bu ədədlər sırası müəyyən zaman anında müşahidə olunan təsadüfi kəmiyyətin qiymətini verir. Bir qayda olaraq zaman anları bir-birlərindən bərabər ayrılaraq saat, gün, ay, il kimi qiymətlərdən ibarət ola bilər. Sıranın elementlərinin nizamlanması müşahidələr məcmuyunun əsas xassəsi kimi onu təsadüfi sadə qiymətlər yığımından fərqləndirir və əlavə qiymətli nəticələr əldə etməyə imkan verir (13, 14).

Zaman sırası iki tip verilənlərdən ibarətdir: kəsilməz verilənlər, ixtiyari zaman anında müşahidə olunan kəmiyyətin qiymətini almağa imkan verir; diskret verilənlər müəyyən zaman anlarında müşahidə olunan kəmiyyətin qiymətini almağa imkan verir.

Adətən zaman sıraları fərdi deyil, zaman boyunca bərabər paylanmış sonlu nöqtələr çoxluğu kimi olur. Məsələn, gündəlik müraciətlərin sayı, konsentrasiyaların orta qiymətləri və s. Zaman sırası hər hansı bir dəyişənin, həmçinin bir neçə dəyişənlərin zaman ərzində qiymətləridir (məs. zəhərlərin konsentrasiyası, havanın temperaturu, qıc olmaların sayı, taxikardiya və s.). Bu cür zaman sıraları çoxölçülüdür.

Çoxölçülü zaman sıralarını öyrənməklə ayrı-ayrı dəyişənlərlə bərabər onların bir-birinə təsirini araşdırmaq olar.

Sadə halda qeyri-asılı  $X_i$  kəmiyyəti ətraf mühitin zərərli amillərini ifadə edirsə,  $Y$  – təsir nəticəsidir. Onda bunlar arasında reqressiya əlaqəsi yaratmaq olar. Bunu zaman ardıcılığı olduqda da yerinə yetirmək olar. Çoxölçülü zaman sıraları üçün ümumi reqressiya tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$E(Y) = a_0 + \sum(a_i f_i(X_i)) + \varepsilon, \quad (1.11)$$

harada  $Y$  – təsirin miqdarı nəticəsi;

$X_i$  – mühitin amilləri;

$i$  – mühitin amilinin (cari nömrə) indeksidir,  $i=1,2,\dots, n$ ;

$n$  – amillərin sayıdır;

$E, f_i$  – sıranın əlaqə və çevrilmə funksiyalarıdır;

$a_0, \dots, a_i$  – meyl əmsallarıdır (ilkin qiymətlər);

$\varepsilon$  – qalıq (metodun xətası).

Məsələ tənlikdə  $a_i$  əmsallarının müəyyən edilməsidir.

$E$  funksiyası asılı dəyişənin paylanma növü ilə müəyyən olunur.  $f_i$  funksiyası meyllərin təsirinin aradan qaldırılması üçün filtrlərdir. Filtrin məqsədi  $x$ -in dəyişməsi zamanı  $y$ -in dəyişməsinin daha aydın göstərilməsini təmin etməkdir. Filtrasiya üçün bir neçə metodlar tətbiq olunur. Orta qiymət, sadə sürüşən orta qiymət və s. Zaman sıralarının analizinin aparılması zamanı filtrasiya prosedurası reqressiya modelinin qurulmasından qabaq tətbiq olunur. Filtrasiya həm  $y$ , həm də  $x$  sırası üçün aparıla bilər. Əsas məsələ filtrasiya apardıqda lazımı statistik informasiyanın nəzərdən qaçırılmamasıdır. Bunun üçün sıraların müxtəlif hamarlaşdırma proseduraları yerinə yetirilərək müqayisə nəticəsində korrelyasiya analizinin köməyi ilə ən yaxşı variantlar seçilir. Daha sonra reqressiya modeli qurulur. Modelin keyfiyyəti qalıqların analizi əsasında qiymətləndirilir. Bunun üçün qalıqların qrafikinə normal paylanma qrafikinə uyğunluğu yoxlanılır.

Zaman sıralarının spesifikasiyaya görə onların analizi üçün müəyyən metodika tətbiq olunur. Hər bir yeni məsələ həlli üçün zaman sıralarının analizi metodu çərçivəsində onun həll edilməsi metodikasının adaptasiyası aparılır.

Zaman sıraları metodu ətraf mühitin çirklənməsi ilə sağlamlıq arasında asılılığın yoxlanılması, epidemioloji tədqiqatlarda, koçort tədqiqatlarda, yəni müəyyən bərabər zaman anlarından bir müşahidələrin aparılması və s. tədqiqatlar həm fərdi, həm də qrup səviyyəsində aparıla bilər. Ümumiləşdirərək demək olar ki, zaman sıraları metodu müşahidələr və nəticələrin fiksə edilməsi bərabər zaman anlarında bir aparılan istənilən tədqiqatlarda istifadə oluna bilər.

Reqressiyanın öyrənilməsi zamanı

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_q x_q + \varepsilon \quad (1.12)$$

modelindən istifadə olunur. Bu zaman  $Y$  dəyişəni kəsilməz olub  $x_i$  qeyri-asılı dəyişənləri və  $b_i$  əmsalları çərçivəsində  $Y$ -n qiymətlərini təyin etməyə imkan verir. Bəzən  $Y$  kəsilməz deyil, iki qiymət ala bilən funksiya da ola bilər. Vahid hər hansı hadisənin olması, sıfır isə hadisənin realizə olunmamasını göstərir. Riyazi olaraq

$$p = \begin{cases} P(Y = 1) \\ P(\text{"Hadisə baş verir"}) \end{cases}$$

Bu halda  $p$  kəmiyyəti qiymətləndirilməlidir və  $Y$ -ə təsir edən amillər müəyyən edilir. Model bir qeyri-asılı dəyişən üçün

$$p = a + b_1 x_1 \quad (1.13)$$

kimi müəyyən olunur. Bu modelin yarırsızlığı  $p$ -nin (0,1) intervalında sol tərəfin istənilən qiymət ala bilməsidir. Aşağıdakı şəkildə də model istifadə oluna bilər:

$$p = e^{a+b_1 x_1} \quad (1.14)$$

Lakin bu modelin sağ tərəfi həmişə müsbət qiymətlər verəcəkdir. Bu məhdudiyətin aradan qaldırılması üçün aşağıdakı model tətbiq olunur

$$p = \frac{e^{a+b_1 x_1}}{(1+e^{a+b_1 x_1})} \quad (1.15)$$

Bərabərliyin sağ tərəfində olan ifadə məntiqi funksiya adlanır. Riyazi çevrilmələr nəticəsində aşağıdakı ifadə alınır:

$$\ln \left[ \frac{p}{1-p} \right] = a + b_1 x_1. \quad (1.16)$$

$p/(1-p)$  kəmiyyətinə “müvəffəqiyyət şansı” deyirlər. Bu səbəbə görə  $p$ -nin modelləşdirilməsi xətti reqressiya modelinə ekvivalentdir. Asılı və qeyri-asılı dəyişənlər arasında əlaqənin analizi statistik modelin köməyi ilə aparıldıqda məntiqi reqressiya adlanır.

**Analiz.** Alınan məlumatların planlaşdırılması və adekvat analizi aparılan araşdırmaların əsas hissəsini təşkil edir, statistik metodlar isə bunun üçün tətbiq olunan riyazi aparatdır (15). Biostatistika kliniki eksperimentlərin aparılması üçün statistik testlər, proseduralar çoxluğudur.

Tibbi eksperimentin statistik analizini aparmaq üçün aşağıdakılar lazımdır:

1. Aparılan eksperimentin əsas məqsədi üçün hipotezi irəli sürmək;
2. Eksperimental müşahidənin aparılma strategiyasını seçmək;
3. Asılı dəyişənləri müəyyən etmək;
4. Qeyri-asılı dəyişənlərin sayını müəyyən etmək;
5. Asılı və qeyri-asılı dəyişənlərin mahiyyətini (kəsilməz, sıra ilə, nominal) müəyyən etmək;
6. Statistik sxemlər əsasında statistik əhəmiyyət kriterisinin müəyyin edilməsi və təxmini qiymətləndirilməsi üçün statistik proseduranın seçilməsi;
7.  $H_0$  sıfırıncı hipotezin və  $H_A$  alternativ hipotezi formalaşdırmaq ( $H_A$  tədqiq olunanlar arasında əlaqələrin olmamasını göstərir,  $H_0$  tədqiq olunanlar arasında əlaqənin olmasını göstərir)
8. Öncədən qiymətləndirmə - burada aparılan tədqiqatlar nəticəsində alınmış verilənlərin ümumiləşdirilməsi üçün hansı ölçmələrin aparılması müəyyən edilir.
9. Nəticə və ya statistik əhəmiyyətliliyin yoxlanılması. Statistik əhəmiyyətlik üçün testin tətbiqi. Əgər testin əhəmiyyəti ( $p \leq 0.05$ ), onda  $H_0$  rədd edilir,  $H_A$  tətbiq olunur. Müxtəlif vəziyyətlərdə müxtəlif testlər tətbiqi edilir (Styudent, Fişer və s.) (16).

3-cü bənddən başlayaraq 9-cu bəndə qədər olan mərhələlərin yerinə yetirilməsi statistik sxemin yaradılması deməkdir.

Yeni emal metodları ilə təmin olunmuş müasir riyazi və statistik paketlərin yaradılması bu metodların tibbdə istifadə dairəsini genişləndirdi. Bu zaman əsas istiqamət olan diaqnostika və müalicənin qiymətləndirilməsi üçün yeni metodlarla yanaşı göstəricilərin informativliyinin qiymətləndirilməsinə yeni baxış imkanı əldə edildi. Müasir tədqiqatlarda öyrənilən əlamətlər siyahısına praktiki olaraq istifadəçinin imkanı dairəsində bütün klinik və laborator göstəriciləri daxildir. Məsələn, (Buccheri, Ferrigno, 1994) işlərində ağ ciyər xərçənginin 200 klinik və laborator göstəricilərinin proqnostik əhəmiyyətini qiymətləndirmək lazım gəlmişdir. Bu cür informasiya həcmi üçün əsasən çox parametrlilə verilənlərin emal metodları istifadə olunur.

Göstəricilərin zaman ərzində dəyişməsinin aşkar edilməsi üçün avtokorrelyasiya funksiyasından, parametrik, qeyri-parametrik statistik meyarlardan istifadə edilə bilər. Avtokorrelyasiya funksiyası zaman sırasında göstəricinin qiymətlərinin zaman intervalından asılı olaraq arasındakı əlaqəni xarakterizə edir. Cüt avtokorrelyasiya əmsalları aşağıdakı kimi təyin edilir:



$$K_{y(t)} = \frac{\sum_{i=1}^n [y_i(t)y_i(t+\tau)] - n\bar{y}(t)\bar{y}(t+\tau)}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n y_i^2(t) - n\bar{y}^2(t) \right] \left[ \sum_{i=1}^n y_i^2(t+\tau) - n\bar{y}^2(t+\tau) \right]}}, \quad (1.17)$$

harada  $y_i(t) - t$  zamanında göstəricinin qiyməti;

$Y_i(t+\tau) - (t+\tau)$  zamanında göstəricinin qiyməti, yəni zamanın  $\tau$  qədər sürüşməsi olduqda;

$Y(t)$  və  $y(t+\tau) - t$  və  $t+\tau$  zamanlarında göstəricinin orta qiyməti;

$n$ - göstəricinin cüt qiymətlərinin sayı.

Avtokorrelyasiya əmsallarının qiymətləri göstəricinin cüt qiymətlərinin sayı çoxaldıqca daha da artır, yəni müşahidənin davam etməsi uzandıqca artır. Göstəricinin qiymətləri arasında əlaqə və əlaqənin əhəmiyyəti avtokorrelyasiya əmsalının qiyməti və işarəsinə görə təyin edilir. Əmsalın müsbət qiyməti əlaqənin düz, mənfi qiyməti isə əks olduğunu göstərir. Əmsalın qiyməti:

- <0,3- əlaqə zəif;

- 0,3-0,7 - əlaqə normal;

- >0,7 - əlaqənin güclü olduğunu bildirir.

Cüt avtokorrelyasiya əmsalları ilə yanaşı parsial (xüsusi) avtokorrelyasiya əmsalından istifadə etmək olar.

Bu əmsal zaman intervalları ilə ayrılmış qiymətlər arasında əlaqənin qiymətlərini daha dəqiq göstərir. Onda bu funksiya cüt avtokorrelyasiya əmsalları ilə ayrı-ayrı zaman sıralarında diaqnostikanı tamamlayır.

Göstəricilər arasında zaman intervalları boyunca dəyişikliklərin olmasını qiymətləndirmək üçün parametrik və qeyri-parametrik statistik meyarlardan istifadə edilir. Lakin parametrik meyarlardan istifadə edilməsinə gəldikdə göstəricinin paylanması dəqiqləşdirilməsi və göstəricilərin qiymətlərinin zaman ərzində neçə dəfə ölçülməsi qabaqcadan naməlum olduğu üçün qeyri-parametrik üsullardan istifadə edilməsi məqsədəuyğundur. Həmçinin monitoring zamanı hər hansı göstəricinin dəyişməsi qənaətbəxş olduqda lüzumsuz yoxlamalara ehtiyac olmur. Bu səbəbdən göstəricilərin neçə dəfə yoxlanmasını qabaqcadan proqnoz etmək olmur. Göstəricinin dəyişməsinin dürüstlüyünün yoxlanması üçün qeyri-parametrik metod olan Manna-Uitni, Vilkokson, Fridman, Kraskal-Uollisin meyarlarından istifadə edilməsi məqsədə uyğundur (17). İlk növbədə 0-cı hipotez irəli sürülür. Daha sonra göstəricilərin müqayisə nəticələrinin qiymətləndirilməsi üçün meyarların xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla onlardan hər hansı biri tətbiq edilir:

**1.Manna-Uitni U-meyarı** asılı olmayan göstəricilər arasında fərqi qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunur. Adətən kiçik seçmələr üçün tətbiq edilir. Bu meyarın tətbiq olunması üçün hər hansı bir əlamətə görə müqayisə olunan seçmələr yeganə rənglənmiş sırada əlamətin artma istiqamətində təsvir olunur. Ən kiçik qiymət kiçik rəngli olur. Ümumi rənglərin sayı:

$$N = n_1 + n_2,$$

harada  $n_1$  - birinci seçmənin sayı,  $n_2$  - ikinci seçmənin sayıdır.

Rənglənmiş sıra iki hissəyə bölünərək birinci seçmənin rəngləri cəmi hesablanır, analoji olaraq ikinci sırada da hesablama aparılır. İki rəng cəmindən ən böyüyü ( $T_x$ ) müəyyən olunur. O,  $n_x$  seçməsinə uyğun gəlir. Manna-Uitni meyarı aşağıdakı düsturla müəyyən olunur:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x. \quad (1.18)$$

$n_1$  və  $n_2$  üçün meyarın kritik qiyməti tapılır. Əgər  $U$  alınmış qiymət cədvəldəki qiymətdən kiçik və ya bərabərsə baxılan seçmələrdə öyrənilən əlamətin səviyyəsi arasında əhəmiyyətli fərq olduğu aşkar olunur. Əgər  $U$  qiyməti cədvəl qiymətindən böyükdürsə 0-cı hipotez qəbul edilir. Fərqlərin dürüstlüyü  $U$ -nun qiyməti az olduqca artır.

**2.Vilkoksonun T-meyarı** müalicədən əvvəl və sonra alınmış əlaqəli göstəricilər arasında fərqlərin qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunur. Bu meyar rənglərə əsaslanır. Hər hansı bir əlamətin cüt fərqi kimi rənglərə bölünür. Müsbət və mənfi fərqlər (işarədən asılı olmadan) artan istiqamətdə bir sıraya düzülür. Mütləq qiymətcə ən kiçiyi birinci rəngli olur. Ayrıca müsbət və mənfi fərqlərin cəmi hesablanır, işarə nəzərə alınmadan cəmlərdən ən kiçiyi ( $T$ ) verilən meyarın statistikası üçün istifadə olunur. Əgər hesablanmış qiymət kritik qiyməti aşarsa 0-cı hipotez qəbul edilir.

**3.Fridman meyarı** eyni bir seçmədə zaman ərzində təkrar ölçülmüş göstəricilər arasında yaranmış fərqi dürüst aşkar edilməsində istifadə olunur. Bu meyar vəziyyətdən asılı olaraq göstəricinin dəyişməsinə müəyyən etməyə imkan verir. Vilkokson meyarının ümumiləşdirilməsi kimi o, ikidən artıq ölçmələrin aparılmasında tətbiq olunur. Burada hər bir xəstə müalicə zamanı və ya müalicədən sonra müəyyən zaman

anlarında müşahidə olunur və müşahidənin nəticəsi sıralanır. Rənglərin cəmi müəyyən edilir. Əgər tapılmış qiymət kritik qiyməti aşarsa 0-cı hipotez rədd edilir.  $x_{ij}$ -un  $k$  və  $n$  müşahidələri verilmişdir, harada  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k$ .  $x_{ij}$  elementinin rəngi  $r_{ij}$  kimi işarə olunur ( $r_{ij} = 1, 2, 3, \dots, k$ ). Meyer aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$S = \frac{12n}{k(k+1)} \sum_{j=1}^k \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ij} - \frac{k+1}{2} \right) \quad (1.19)$$

Əgər  $S < S_{\alpha}(n, k)$  onda 0-cı hipotez qəbul edilir ( $S_{\alpha}$  cədvəl qiyməti).

4. **Kraskal-Uollisin H-meyarı** hər hansı bir əlamətin eyni zamanda üç, dörd və daha çox seçmələrdə fərqlənməsinin aşkar edilməsi üçün istifadə olunur. Bu meyar Manna-Uitninin  $U$ -meyarının ümumiləşdirilməsidir və ikidən artıq seçmələr arasında fərqlənməsinin aşkar edilməsi üçün tətbiq edilir. O, əlamətin seçmələrdə dəyişmə dərəcəsinə müəyyən etməyə imkan verir. Bu meyarla görə seçmələr nə qədər az qarşılıqlı kəşiflərsə onda əhəmiyyətli səviyyəsi artmış olacaqdır. Bütün seçmələr şərti olaraq kəmiyyətin rast gəlməsinə görə bir seçmədə birləşirlər və bunlara rənglər mənimsədilir. Sonra alınmış rənglər ilkin verilənlərlə tutuşdurulur və hər bir seçmə üçün ayrıca rənglər cəmi hesablanır. Əgər rənglər cəmi bir-birindən fərqlənməyirsə onda seçmələr arasında fərqlər o qədər əhəmiyyətli deyil.

Məsələn  $k$  sayda seçmələr verilmişdir:

$$x_1^{n_1} = \{x_{11}, \dots, x_{1n_1}\}, \dots, x_k^{n_k} = \{x_{k1}, \dots, x_{kn_k}\}.$$

Ümumiləşdirilmiş seçmə  $x = x_1^{n_1} \cup x_2^{n_2} \cup \dots \cup x_k^{n_k}$  kimi olacaqdır. Bütün

$$N = \sum_{i=1}^k n_i$$

elementlər artan istiqamətdə sıralanır və  $R_{ij}$   $i$ -ci seçmənin  $j$ -cu elementinin rəngidir. Onda iki seçmə arasında fərqlənmə müəyyən edilməsi üçün Kraskal-Uollis meyarı aşağıdakı kimi müəyyən olunacaqdır:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_i \frac{T_j^2}{n_j} - 3(N+1) \quad (1.20)$$

Harada  $N$  – seçmənin ümumi sayıdır,  $T_j$  – hər qrupda rənglərin cəmi,  $n_j$  –  $j$ -ci qrupda müşahidə olunanların sayı.

Əgər  $H \geq H_{\alpha}$  olarsa 0-cı hipotez rədd edilir ( $H_{\alpha}$  cədvəl qiymətidir).

### Nəticə

İnformasiyanın gücü intellektual imkanları qabaqlayır. İnformasiya ehtiyatlarının idarə olunması və yeni mürəkkəb məsələlərin həllinin təmin edilməsi üçün bu gün yeni axtarış sistemlərinin mükəmməlləşməsi, informasiyanın yadda saxlanması və axtarışının yeni prinsiplərinə keçid, informasiya sistemlərinin yaradılması istiqamətində addımların atılması tələb olunur. İstənilən halda informasiya sistemlərinin əsas məsələsi konkret predmet sahəsi çərçivəsində konkret informasiya tələbatının ödənilməsidir.

Bu elmi məqalədə problemə yanaşma konsepsiyası yer almışdır. İnsan orqanizminə bir tam biosistem kimi baxılır və onun ümumi xassələrin identifikasiyası üçün riyazi aparat araşdırılır və seçilir. Biosistemə iki növ yanaşma təklif edilir. Onlardan biri sadə ehtimal yanaşma, digəri isə çox mürəkkəb ehtimal-determinə yanaşmadır. Sadə ehtimal yanaşmada riyazi aparat olaraq Bayesin nəzəriyyəsi və düsturları tətbiq edilərək diaqnostika aparılır. İkinci halda vəziyyət çətinləşəndə, yəni nəticə almaq mümkün olmayanda və ya qeyri-müəyyən cavablar alındıqda neyron şəbəkələrə müraciət etmiş və həllin hadisəyə adekvatlığını sübut edə bilmişik (18).

Digər tərəfdən zaman sıralarının analizinə də yer ayrılmışdır. Zaman sıralarının spesifikasiyinə görə onların analizi üçün müəyyən metodika tətbiq olunur. Hər bir yeni məsələ həlli üçün zaman sıralarının analizi metodu çərçivəsində onun həll edilməsi metodikasının adaptasiyası aparılır.

Biostatistika dedikdə biz kliniki eksperimentlərin aparılması üçün statistik testlər, prosedurlar çoxluğu başa düşürük. Eksperimentin aparılmasının riyazi üsulları, biostatistika üsullarından Manna-Uitni  $U$ -meyarı, Vilkoksonun  $T$ -meyarı, Fridman meyarı, Kruskal-Uollisin  $H$ -meyarı verilmişdir.

### Ədəbiyyat

1. Viner N. Cybernetics or control and communication in the animal and the machine. Second edition. M, "Sov. radio ", 1968
2. Biostatistics. Information project in the field of healthcare in the countries of the Caucasus. Ottawa, 2003
3. Trofimova T.G., Chernov V.I. Classification of biocybernetic systems and the methodology of their theoretical research. // Collection of reports of the conference "Evidence-based medicine (clinical observation, statistical generalization, process models), Voronezh, January, 2000
4. Petrushin V. A. Expert training systems. Kiev: Naukovo Dumka, 1992, 196 p.
5. Osovsky S. Neural networks for information processing. Translated from Polish by I.D. Rudinsky M: Finance and Statistics, 2004, 344 p.
6. Muller K., Mika S. An Introduction to Kernel-Based Learning Algorithms, IEEE Neural Networks, 2001, No. 12 (2), P.181–201
7. Eremin D.M., Garceev I.B. Artificial neural networks in intelligent control systems. M.: MIREA, 2004, 75 p.
8. Egorov A.A. Mikshina V.S. Application of probabilistic neural networks for solving classification problems in surgery / Scientific and practical conference. NEUROINFORMATICS, Moscow, 2011, pp. 152-163
9. Aravin O.I. Diagnostics in medicine and biomechanics based on the apparatus of neural networks // Biomechanics in Russia, 2012
10. Wasserman F. Neurocomputer technology: theory and practice. Per. from English, 2004
11. Kalchenko D. Neural networks: on the threshold of the future // ComputerPress 1'2005
12. Sheozhev A.M. Development of neural network algorithms for the automation of biomedical research. Dissertation of the scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.18, 2004
13. Guryeva V.M., Kotov Yu.B. Analysis of short segments of time series in medical problems // IPM im. MV Keldysh RAS, Moscow, 2005. This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 04-01-00434)
14. Yunkerov V.I., Grigoriev S.G. Mathematical and statistical processing of medical research data. Saint Petersburg, 2002
15. Merkov A.B. About Statistical Learning Theory [HTML] ([http://www.recognition.mccme.ru/pub/RecognitionLab.html / slt.html](http://www.recognition.mccme.ru/pub/RecognitionLab.html/slt.html)), - 2006
16. Stanton Glantz. Biomedical statistics. Translation from English. Yu.A. Danilov. Moscow, 1999
17. Eliseeva I.I., Yuzbashev M.M. General theory of statistics: Textbook / Ed. I. I. Eliseeva. 4th ed., Rev. and add. Moscow: Finance and Statistics, 1999, 480 p.
18. G.G.Abdullayeva, N.H.Gurbanova, I.H.Mirzezade, R.H.Naghiyev. Information Technology: Diagnostics and Monitoring in Toxicology. Baku, 2016.

Göndərilib: 13.04.2021

Qəbul edilib: 19.04.2021