

UOT 551.1:550.83

**SÜXURLARIN PETROFİZİKİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN RİYAZI  
MODELLƏŞDİRİLMƏSİNƏ DAİR**

**E.S.NOVRUZOV, R.H.PİRİYEV**

*Bakı Dövlət Universiteti*

*etnovruzov@hotmail.com, rehman\_piriyev@yahoo.com*

*Məqalədə petrofiziki parametrlərin paylanma qanunauyğunluqları süni neyron şəbəkələrinin tətbiqi əsasında aparılma metodikasına baxılmışdır. Neyron şəbəkələrinin tətbiqi ilə öyrətmə alqoritmləri qradiyent üsulu ilə reallaşdırılır.*

**Açar sözlər:** Neyron şəbəkəsi, perseptron, alqoritm, çəki, qradiyent, öyrətmə prosesi, xətti, qeyri-xətti

Neyron şəbəkələrindən müxtəlif məsələlərin həllində istifadə edilir. Belə ki, insan həyatının təhlükə qarşısında qalmasının qarşısını almaq, böyük material resurslarının effektiv istifadəsi və digər dayanıqlı məsələlərin həllində tətbiq olunur. Burada buraxılan səhvlərin səviyyəsi həll olunan məsələnin mahiyyəti ilə müəyyənləşdirilir. Göstərmək lazımdır ki, əsas səhvlərdən biri kompüterlərə tam etibar edilməsidir. Lakin süni neyron şəbəkələri, hətta düzgün fəaliyyəti təmin edildiyi şəraitdə də səhvə yol verə bilirlər. Buradan belə çıxır ki, kompüterlər də insanlar kimi səhvə yol verə bilirlər. Bu ilk növbədə tətbiq olunan texniki vasitələrdə-proqramlarda səhvlərin varlığı ilə, ikincisi isə mütəxəssislərin qeyri-professionallığı ilə bağlı olur. Deməli, ilk növbədə neyron şəbəkələri xüsusi kritik məsələlərin həllində vahid vasitə kimi yox, əlavə və xəbərdaredici vasitə kimi iştirak etməlidirlər.

Deyilənləri nəzərə alıb qarşıya qoyulan məsələnin həllini əldə etmək məqsədi ilə müxtəlif üsullardan istifadə olunur.

Onlardan biri şəbəkə topologiyasını və öyrətmə alqoritmmini nəzərə alan çoxqatlı perseptronun tətbiqidir. Belə bir sxemlə işləyən zaman nəzərə alınır ki, daxil olan neyronların sayı çıxan neyronların sayına bərabərdir və qatlar arasında kiçikölçülü bir və ya iki aralıq qatın olması ehtimalı mövcuddur. Aralıq qatların sayı həll olunan məsələnin mürəkkəblik dərəcəsi və ya verilənlərin mürəkkəblik dərəcəsi ilə təyin edilir.

Məsələn, üç aralıq qata malik neyron şəbəkəsində öyrədilən məlumatlar üzərində sıxılma daha yaxşı alınır, lakin real şəraitdə bu alqoritm pis nəticə verir.

Bu onunla əlaqədardır ki, ilkin verilənlərdə real şəraitlə heç bir əlaqəsi olmayan təsadüfi yaranan asılılığın mövcudluğudur.

Belə mürəkkəb çıxışa malik məsələlərin həlində Xopfildin şəbəkəsindən, yəni assosiativ yaddaş alqoritmindən istifadə olunur.

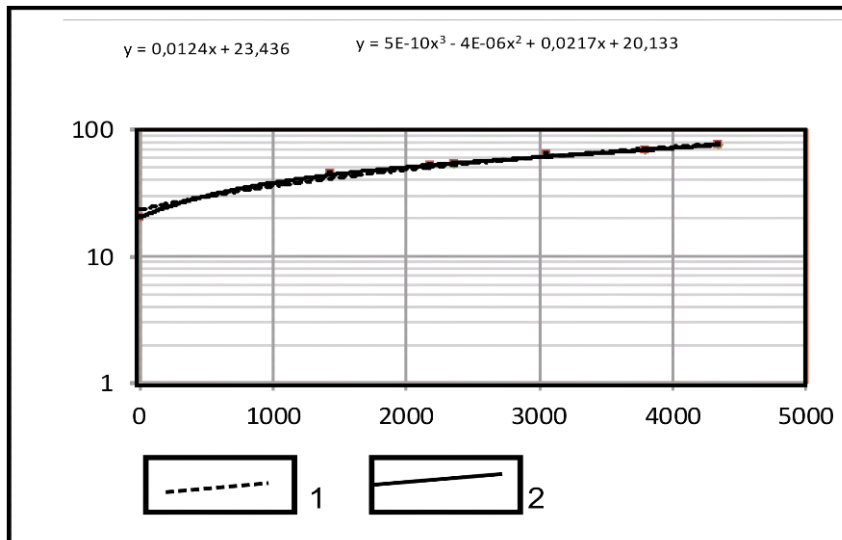
Konkret olaraq petrofiziki parametrlərin öyrənilməsində neyron şəbəkəsinin tətbiqi məsələsinə baxaq.

Geoloji-geofiziki mühit çoxölçülü qeyri-xətli asılıqla səciyyələnir və bir parametrlin dəyişməsi bir neçə parametrlin dəyişməsinə səbəb olur. Buna görə də riyazi modelləşdirmə yolu ilə müxtəlif geofiziki-petrofiziki parametrlər arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin aşkarlanması aktual məsələlərdəndir. Belə ki, petrofiziki parametrlərin dərin qatlarda öyrənilməsi baha başa gəldiyindən bu parametrlərin öyrənilməsində riyazi modellərin tətbiqi dərin qat, yüksək temperatur və təzyiqlik şəraitində parametrlərin dəyişmə xüsusiyyətlərinin qanunauyğunluqlarını aşkarlamaqda müsbət rol oynayır.

Məsələni həll etmək üçün, yəni qeyri-xətli obyektlər üzrə riyazi modelləri qurmaq üçün bir neçə üsuldən istifadə olunur. Bu modellərin qurulmasında dərinlikdən asılı olaraq temperaturun dəyişməsi, məsaməliliyin gillilikdən asılılığı və s. parametrlərin dəyişmə qanunauyğunluqlarının öyrənilməsinin rolu böyükdür.

Bilirik ki, neft-qaz yataqlarının daha dərin qatlarda axtarılması əsas problemlərdən biridir. Çünki, tədqiqat dərinliyinin artması temperatur və təzyiqlin yüksək qiymətləri ilə səciyyələnir.

Deməli, yüksək təzyiqlik və temperatur şəraitində olan parametrlərin qiymətlərinin dəqiq təyini dərin qazıma quyularında işləyəcək avadanlığın səciyyəsi müəyyən edir.



Şək.1. Temperaturun dərinlikdən asılı olaraq dəyişmə qrafikinə paylanma xüsusiyyətləri 1-xətli aproksimasiya; 2-polinomial aproksimasiya

[1] əsasında verilmiş temperaturun dərinlikdən asılılıq qrafiki tərtib olunmuş riyazi model statistik məlumatlar əsasında qurulmuşdur.

Bu nəticələri şəkil 1-də verilmiş təcrübələr əsasında alınmış və qrafiki təsvir olunmuş parametrlərin dərinlikdən asılı olaraq dəyişməsində görmək olar.

$$Y = 5 \cdot E-10x^3 - 4 \cdot E-06x^2 + 0,0217x + 20,1333$$

Düsturu ilə verilmiş polinomun əsasında hesablanan proses klassik üsulu səciyyələndirir.

Sonradan şəkil 1-də verilən qrafik üzrə öyrətmə sistemi əsasında sistemin girişinə quyunun dərinliyi, çıxışa isə quyuyu boyunca temperaturun dəyişməsi qəbul edilir. Qarşıya qoyulan tələb  $\sigma$  naməlum parametrlərinin təyini. Başqa sözlə sistemin çıxışında elə parametrlər alınmalıdır ki, şəkl.1-də verilən qrafiklə üst-üstə düşsün.

Məsələni həll etmək üçün naməlum  $\sigma$  parametri 0-0,2 intervalında ilk növbədə generasiya olunur və sonradan öyrətmə sistemi ilə  $Y^*$ - $Y$  arasında xətanı azaltmaq məqsədi həyata keçirilir. Burada  $Y^*$ - çıxışdakı arzu olunan qiymət,  $Y$ - çıxışa verilmiş qiymətdir. Öyrətmə prosesi 30 dəqiqə davam etdikdən sonra məsələnin həlli əldə edilmişdir.

Parametrlərin hesablanması bütün cütlər üçün çıxışda verilən xətanın qiymətindən az olması şərti daxilində aparılmışdır:

$$Y = \sigma_0 + \sigma_1 x + \sigma_2 x^2 + \sigma_3 x^3 \quad \text{burada}$$

$$\sigma_0 = 2,0261139048; \sigma_1 = 1,68785978731 \quad \sigma_2 = -0,098557477135; \sigma_3 = 0,0000000280779$$

Alınan nəticələr klassik üsulla alınan nəticələrlə tutuşdurulmuşdur. Cədvəldə bu müqayisənin nəticəsi göstərilmişdir.

Gözlənilən Nəticə	20	45	52	53	63	69	76
Klassik üsulla alınan nəticə	20,35	44,447	53,723	55,750	63,429	72,308	79,872
Neyron şəbəkələrin tətbiqi ilə alınan nəticə	20,43	43,283	52,498	54,728	62,703	70,196	74,967
Neyron şəbəkələrin və genetik alqoritmlərin tətbiqi ilə alınan nəticə	20,25	45,133	52,234	54,135	62,987	68,957	77,156

Cədvəldə alınan nəticə aşağıda verilən dərinliklər üzrə aparılmışdır:

$$H(m) = 0 \quad 1430 \quad 2190 \quad 2370 \quad 3062 \quad 3803 \quad 4342$$

$$\text{Temperatur, } ^\circ\text{C} = 20 \quad 45 \quad 52 \quad 53 \quad 63 \quad 69 \quad 76$$

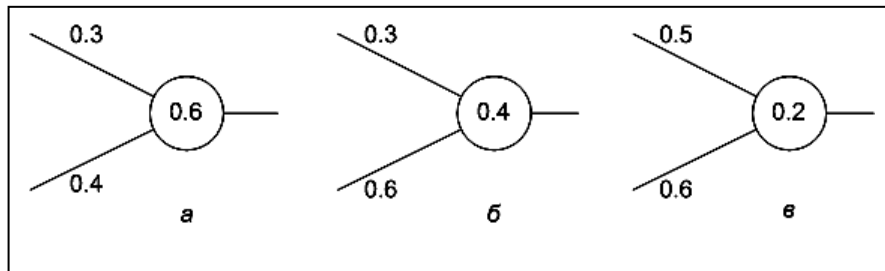
Qeyd olunmalıdır ki, qeyri-xətti əlaqə ilə səciyyələnən dəyişənlərin sayı artdıqca riyazi modelin qurulması mürəkkəbləşir.

Belə məsələlərin həllində perseptronların düzgün öyrədilməsi vacibdir. Aşağıda verilən şəkildəki sxemlərdə perseptronun öyrədilməsi prosesinin nəticəsi göstərilmişdir. Perseptronun adətən  $\sigma_i$   $i=0, \dots, n$  şəkildə verilən çəkiliəri dəyişə bilər. Əgər perseptron düz işləyirsə, onda çəkilər dəyişməzlər. Perseptronun dəyişən çəkiliəri öyrətmə prosesində uzlaşdırılır. Əgər çəkilər dəyişirlərsə, öyrətmə prosesində onlar lazımi istiqamətə yönəldirlər.

Öyrətmə prosesinin sadə qaydasına nəzər salaq:

$$\sigma_i \leftarrow \sigma_i + \lambda (t - o)x_i$$

Burada  $t$  – məqsədli funksiyanın qiymətidir;  $o$  – perseptronun çıxışdakı qiymətidir;  $\lambda > 0$  öyrətmə sürətini müəyyən edən və adətən 0,5-2,0 arasında dəyişən kiçik əmsaldır.



Burada biz aktivləşdirmə limitri olmayan perseptronlardan danışacağıq. Fərz edək ki, göstərilən qeyri-xətti riyazi nisbətdə verilmiş ifadə aşağıdakı kimidir:

$$o(x_0, \dots, x_n) = \sum_{i=0}^n \alpha_i x_i$$

Yəni belə perseptronun iki yox, bir neçə mümkün qiymətləri vardır. Bir neçə arqumentin funksiyası olan qeyri-xətti funksiyanı minimuma gətirmək üçün qradiyent üsulundan istifadə edib, qradiyentin əks istiqamətində hərəkət etməliyik. Qradiyent qiymətlərin ən çox artımı istiqamətini təşkil edir, yəni:

$$\nabla E(\sigma_0, \dots, \sigma_n) \left[ \frac{\partial E}{\partial \sigma_0}, \frac{\partial E}{\partial \sigma_1}, \dots, \frac{\partial E}{\partial \sigma_n} \right]$$

Deməli, çəkiliəri aşağıda verilən ifadə ilə düzəltmək lazımdır.

$$\sigma_i \leftarrow \sigma_i - \eta \frac{\partial E}{\partial \sigma_i}$$

Bizim halda qradiyent sadə üsulla hesablanır:

$$\frac{\partial E}{\partial \sigma_i} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \frac{\partial}{\partial \sigma_i} \left( t^j - \sum \sigma_i x_i^j \right)^2 = \sum_{j=1}^m \left( t^j - \sum_0^n \sigma_i x_i^j \right) (-x_i^j)$$

Çəkilərin dəyişməsi aşağıdakı şəkllə gətirir:

$$\sigma_i \leftarrow \sigma_i + \eta \sum_j \left( t^j - \sum \sigma_i x_i^j \right) x_i^j$$

Öyrədici alqoritm aşağıdakı mərhələləri özündə reallaşdırır:

1. İlk növbədə çıxış siqnalı  $Y$  daxil olan siqnallar əsasında təyin edilir;
2. Sonra sistemin çıxışında orta kvadratik xəta hesablanır;
3. Daha sonra isə qradiyent üsulu ilə  $E$  parametrinin minimuma endirilməsinə baxılır. Bu  $E$  parametrinin təyininin orta kvadratik xətasının çıxışda verilən xətdən az olması şərti daxilində axtarılır.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Буряковский Е.А., Джафаров И.С., Джеваншир Р.Д. Моделирование систем нефтегазовой геологии. М.: Недра, 1990, 225 с.
2. Абиев Р.Г. Нечеткие нейронные сети для решения задач нефтегазовой геологии и геофизики. Нефть и будущее Азербайджана. Работы молодых ученых и студентов. АМОК, Баку, 1998, 36-52 с.
3. Абасов М.Т., Садыгов РА, Алияров Р.Ю., Кондрюшкин Д.М., Абиев Р.Г. Нечеткие нейронные сети в системах геологии и геофизики нефти и газа - Международная конференция по использованию нечетких систем и Softcomputing - Зиген, Германия, 1996, 25-27 июня.
4. Kerimov K.M., Abiyev R.G., Melikov T.G., Novruzov E.S. Matematical Model of Petrophysical Properties of Rocks. //Geophysics news in Azerbaijan. Jurnal #3. 1999. Pp. 35-37.

#### О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОРОД

Э.С.НОВРУЗОВ, Р.Х.ПИРИЕВ

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрен вопрос использования методики моделирования по изучению закономерности распределения петрофизических параметров применением искусственных нейронных сетей. Обучающие алгоритмы на основании нейронных сетей реализуется способом градиента.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, персептрон, алгоритм, вес, градиент, изучающий процесс, линейный, нелинейный

**ON MATHEMATICAL MODELLING OF PETROPHYSICAL  
CHARACTERISTICS OF ROCKS**

**E.S.NOVRUZOV, R.H.PIRIYEV**

**SUMMARY**

The article studies the objective laws governing the distribution of petrophysical parameters according to the uses of artificial neuronal networks. Within the uses of neuronal networks, training algorithms can be realized by the gradient methods.

**Key words:** neuronal networks, perceptron, algorithm, weight, gradient, training process, linear, nonlinear

*Redaksiyaya daxil oldu: 16.10.2014-cü il*  
*Çapa imzalandı: 05.11.2014-cü il.*