

UOT 338.36

Gülarə Əli qızı RƏHİMOVA,
i.f.d., dosent, Bakı Dövlət Universiteti,
E-mail: gularaisayevaali@mail.ru
ORCID NO: 0000-0003-3084-9091

EKONOMETRİK PROQNOZLARIN VERİLMƏSİ ZAMANI REQRESSİYA VƏ KORRELYASIYA ANALİZİNİN APARILMASI

Xülasə

Tədqiqatın məqsədi - sosial -iqtisadi göstəricilərin proqnozlaşdırılması prosesində bəzi riyazi düsturların nəzərə alınmasının zəruriliyini əsaslandırmaq, ekonometrik proqnozların verilməsi zamanı korrelyasiya və reqressiya analizinin aparılma metodikasını göstərməkdən ibarətdir.

Tədqiqatın metodologiyası - ekonometrikanın əsas vəzifəsi olaraq, zaman və (və ya) bircins obyektlər məkanında iqtisadi göstəricilərin paylanması əks etdirən informasiyalar əsasında, sosial-iqtisadi proseslərin qarşılıqlı asılılıq dinamikasını təsvir edən xüsusi tipli modellərin – ekonometrik modellərin - qurulmasından ibarətdir. Ən vacib məsələ isə iqtisadi modeli qiymətləndirmək və yoxlamaqdan ibarətdir. Bu prosesin ilk mərhələsi modelin spesifikasiyasının riyazi formada dəqiqləşdirilməsidir. İkinci mərhələdə obyekt haqqında adekvat məlumatların toplanması həyata keçirilir. Üçüncü mərhələdə modelin parametrləri qiymətləndirilir və proqnoz edilən model yoxlanılır. Model ya real hesab olunur, ya da modelin digər spesifikasiyalarını qiymətləndirmək zərurəti ortaya çıxır. Ekonometrik modelləşdirmə iqtisadi problemin həllinin bütün dövrünü, yəni, onun formalaşdırılmasından tutmuş statistik təhlil və proqnozlaşdırmanın nəticələrinin interpretasiyasına qədər olan dövrü əhatə edir. Ekonometrikanın köməyi ilə həll olunan müxtəlif problemlər spektrini iki əsas qrupla klassifikasiya etmək olar: analiz olunan sistemin vəziyyətini xarakterizə edən sosial-iqtisadi göstəricilərin proqnozlaşdırılması və analiz olunan sistemin sosial-iqtisadi göstəricilərinin müxtəlif mümkün ssenarilərinin imitasiyası. Məqalədə, proqnozlaşdırma prosesində ekonometrik modellərin qurulması zamanı ən çox istifadə olunan bəzi asılılıq növlərinin analitik ifadəsi (xətti, eksponensial, hiperbolik və parabolik) araşdırılmışdır.

Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti - korrelyasiya - reqressiya analizinin həyata keçirilməsi zamanı praktika üçün önəmli olan aşağıdakı mərhələlər ilə xarakterizə edilə bilər.

Birinci mərhələ Problemin qoyuluşudur. Bu mərhələdə aralarındakı əlaqə və asılılıqların qiymətləndirilməsi lazım olan göstəricilər müəyyən edilir, bu münasibətlərin iqtisadi mənası və asılılıqlar üçün qəbul olunmuş hipotez haqqında fikir formalaşdırılır.

İkinci mərhələ Faktorların siyahısının formalaşdırılmasıdır. Bu mərhələdə faktorların siyahısı və onların məntiqi təhlili aparılır, yəni, asılı göstəriciyə təsir edən ən əhəmiyyətli dəyişən amillərin optimal sayı müəyyənləşdirilir və s. məlumatlar toplanır. Məlumatlar hazırlandıqdan sonra onların emalı başlayır.

Tədqiqatın nəticəsi - tədqiqatda əldə edilən nəzəri müddəalar toplusu ekonometrik proqnozlaşdırmada istifadə edilə bilər.

Tədqiqatın orijinallığı və elmi yeniliyi. Modelləşdirmə nəticələrinə əsasən xüsusi iqtisadi proseslər üçün proqnoz və tövsiyələrin hazırlanmasından ibarətdir.

Açar sözlər: *avto reqressiya modeli, klassik reqressiya modeli, determinasiya əmsali, etibarlı interval, əsaslı qiymətləndirmə.*

Giriş

Korrelyasiya və reqressiya analizi bir və ya bir neçə X dəyişənindən asılı Y təsadüfi kəmiyyətini qurmağa və onlar arasındakı asılılığı qiymətləndirməyə, eləcə də, Y-nin qiymətlərinə əsasən proqnoz verməyə imkan verir. Əhəmiyyəti (Qiymətləri) haqqında mühakimə yürütməyin zəruri olduğu Y parametri asılı, Y-yə təsir edən və qiyməti əvvəlcədən bizə məlum olan X parametri isə asılı

olmayan dəyişən adlanır. Məsələn: X –verilmiş gübrənin miqdarı, Y yığılmış məhsul, X- kompəninin öz məhsulunun reklamına çəkdiyi xərc, Y isə bu məhsulun satış həcmidir və s.

Y-nin X-dən korrelyasion asılılığı funksional asılılıqdır.

$$\bar{y}_x = f(x) , \tag{1}$$

burada, \bar{y}_x X=x qiymətlərinə uyğun Y parametrinin bütün mümkün qiymətlərinin ədədi ortasıdır (şərti orta). (1) tənliyi Y-nin X-ə görə reqressiya tənliyi, f(x) funksiyası Y-nin x-ə görə reqressiyası, onun qrafiki isə Y-nin x-lərə uyğun reqressiya xətti adlanır [1].

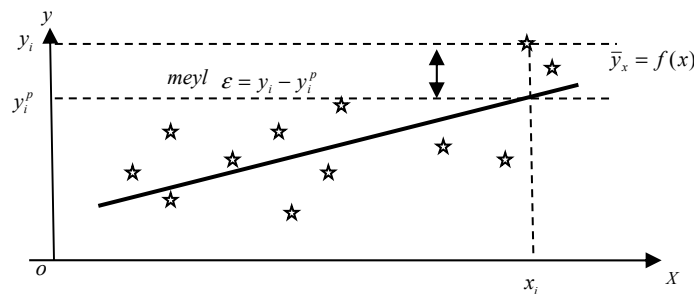
Reqressiya analizinin əsas məsələsi: korrelyasion asılılığın formasını, başqa sözlə, reqressiya funksiyasının növünü (xətti, kvadratik, üstlü və s.) müəyyən etməkdən ibarətdir.

Ən kiçik kvadratlar üsulu: reqressiya tənliyinin əmsallarını elə qiymətləndirməyə imkan verir ki, ilkin (y_i, x_i) verilənlərinə əsasən qurulmuş bu nöqtələr, (1) reqressiya əyrisinin nöqtələrinə daha çox yaxın olsun. Formal olaraq bu ilkin nöqtələrin və reqressiya funksiyasının meyillərinin (səhvlərin) kvadratları cəminin minimallaşdırılması şəklində yazılır:

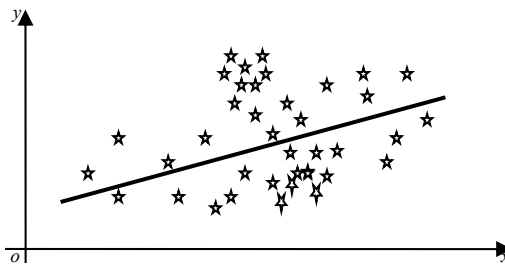
$$S = \sum_{i=1}^n (y_i^p - y_i)^2 \rightarrow \min \tag{2}$$

burada, y_i^p - reqressiya tənliyinə görə hesablanmış qiymətlər; $(y_i^p - y_i) - \mathcal{E}$ meyli (səhv, qalıq); n isə ilkin verilənlər cütünün miqdarıdır. (şəkil 1).

Reqressiya analizində fərz edilir ki, \mathcal{E} təsadüfi kəmiyyətinin riyazi gözləməsi 0-a bərabərdir və onun dispersiyası Y-nin bütün müşahidə olunan qiymətləri üçün eynidir. Buradan alınır ki, reqressiya xəttinin ətrafında verilənlərin dağılması X parametrinin bütün qiymətlərində eyni olmalıdır. Şəkil 2-də göstərilmiş halda verilənlər reqressiya xətti boyunca qeyri - müntəzəm paylanmışdır, ona görə də ən kiçik kvadratlar üsulu bu halda qəbul edilməzdir [2].



Şəkil 1. Xətti reqressiya halı üçün \mathcal{E} meyli anlayışı.

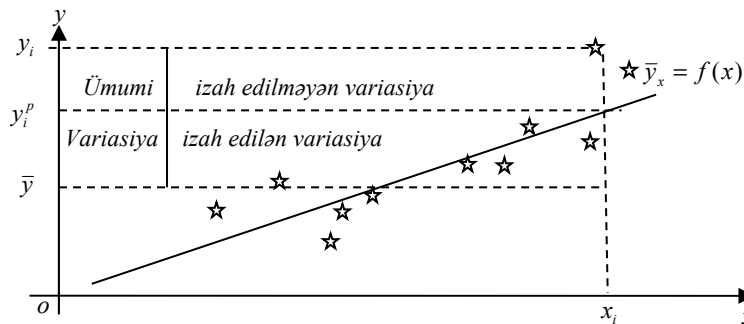


Şəkil 2. Reqressiya xətti boyunca verilənlərin qeyri-müntəzəm ilkin paylanması.

Korrelyasiya analizinin əsas məsələsi - korrelyasiya əlaqələrinin sıxlığını qiymətləndirməkdən ibarətdir. X-dən asılı Y korrelyasiya asılılığının sıxlığı (gücü) \bar{y}_x şərti ortası ətrafında Y parametrinin qiymətlərinin dağınıqlıq kəmiyyətinə görə qiymətləndirilir. Böyük dağınıqlıq Y-nin X-dən zəif asılılığını və ya bu asılılığın olmadığını göstərir və əksinə, kiçik dağınıqlıq kifayət qədər güclü asılılığı ifadə edir. **Determinasiya əmsali** - r^2 , tapılmış reqressiya funksiyasının hansı faizlə ($r^2 \cdot 100\%$) X parametrinin ilkin qiymətləri və Y arasındakı asılılığın mövcud olduğunu göstərir.

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^p - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \tag{3}$$

burada $(y_i^p - \bar{y})^2$ - izahedici variyasiya; $(y_i - \bar{y})^2$ - isə ümumi variyasiya adlanır (şəkil 3).



Şəkil 3. Determinasiya əmsalinin xətti reqressiya halı üçün qrafiki interpretasiyası.

Uyğun olaraq, $(1 - r^2) \cdot 100\%$ kəmiyyəti Y parametrinin variyasiyasının neçə faiz reqressiya modelinə daxil olmayan faktorlardan asılı olduğunu göstərir.

Determinasiya əmsalinin yuxarı qiymətində ($r^2 \geq 75\%$) x^* -un konkret qiyməti üçün

$$y^* = f(x^*)$$

proqnozunu vermək olar.

Belə nəticə alırız: *Reqressiya analizinin aparılması və proqnozlaşdırma üçün zəruridir:*

1) ilkin verilənlərin qrafikini qurmaq və müşahidələrə əsaslanaraq asılılığın xarakterini təqribi olaraq müəyyən etmək;

2) ilkin verilənlər arasındakı əlaqələri təsvir edə bilən reqressiya funksiyasının növünü seçmək;

3) Reqressiya funksiyasının ədədi əmsallarını təyin etmək;

4) r^2 determinasiya əmsali əsasında tapılmış reqressiya asılılığının gücünü qiymətləndirmək;

5) $r^2 \geq 75\%$ olduqda proqnoz vermək və ya tapılmış reqressiya asılılığının köməyi ilə proqnozlaşdırmanın mümkün olmaması haqda nəticə çıxarmaq. Bu halda X parametrinin, asılı olmayan qiymətlərindən, ilkin verilənlərin intervalına daxil olmayan qiymətləri üçün reqressiya modelindən istifadə etmək məsləhət görülmür.

Xətti reqressiya ilə ekonometrik analiz.

$y = a_0 + a_1 x$ şəkilli xətti reqressiyanın əmsalları aşağıdakı düsturla hesablanır (bütün cəmlər ilkin verilənlərə görə cüt - cüt götürülür). [3]

$$a_1 = \frac{n(\sum y_i x_i) - \sum y_i \cdot \sum x_i}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}, \quad a_0 = \frac{1}{n}(\sum y_i - a_1 \sum x_i) \tag{4}$$

Hesablamaların rahatlığı üçün zəruri cəmlərin hesablanmasını göstərən 1 cədvəldən istifadə olunur.

Cədvəl 1.

Xətti funksiya üçün köməkçi cədvəl

Verilənlərin adları	x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$	y_i^p	$(y_i^p - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
Aralıq qiymətlər							

Sütunlar üzrə cəmlər							

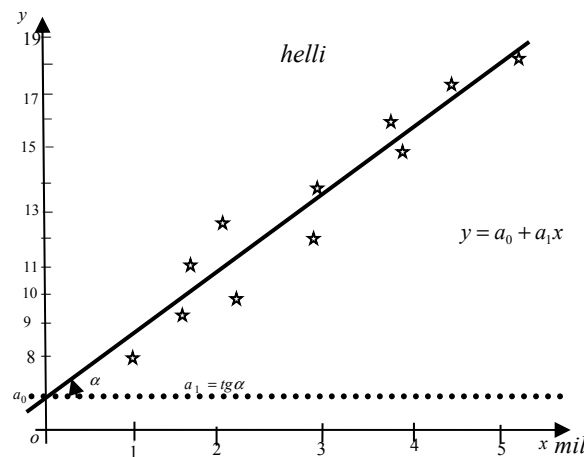
Məsələ 1. Bəzi firmalar yüklərin şəhər daxilində yaxın məsafələrə daşınması ilə məşğul olur. Menecerin qarşısında daşınmaya çəkilən vaxtdan asılı bu cür xidmətləri qiymətləndirmək məsələsi durur. Daşınma vaxtına təsir edən zəruri faktor kimi menecer keçilmiş məsafəni götürür. 10 daşınma üçün ilkin verilənlər cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.

Məsafə, mil	3,5	2,4	4,9	4,2	3,0	1,3	1,0	3,0	1,9	4,1
Zaman, dəqiqə	16	13	19	18	12	11	8	14	9	16

İlkin verilənlər qrafikini qurmalı, onun üçün məsafə ilə sərf olunmuş zaman arasındakı asılılığın xarakterini müəyyən etməli. Ən kiçik kvadratlar üsulunun tətbiq oluna bilməsini analiz etməli, reqressiya tənliyini qurmalı, reqressiya tənliyinin gücünü analiz etməli və 2 mil məsafəni nə qədər vaxtda getmək üçün proqnoz verməli.

Həlli: Daşınma vaxtına məsafədən başqa yoldakı tıxaclar, günün müəyyən vaxtları, yol işləri, hava, sürücünün peşəkarlığı, nəqliyyatın növü də təsir edir. Qurulmuş nöqtələr yuxarıdakı faktorlarla təsvir olunmuş xəttin üzərində dəqiqliklə yerləşmir. Lakin bu nöqtələr xəttin ətrafında yığılırlar (şəkil 4).



Şəkil 4. Məsələnin ilkin verilənlər qrafiki.

Xətti reqressiyanın əmsalları və determinasiya əmsallarını hesablamaq üçün 3 cədvəlinin köməyi ilə cəmləri hesablayaq.

$$\bar{y} = \frac{\sum_i y_i}{n} = \frac{16+13+19+18+12+11+8+14+9+16}{10} = 13,6$$

(4) düsturunun vasitəsi ilə xətti reqressiyanın əmsallarını hesablayaq:

Cədvəl 3.

Köməkçi cədvəl

x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$	y_i^p	$(y_i^p - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
3,5	16	12,25	56,00	15,223	2,634129	5,76
2,4	13	5,76	31,2	12,297	1,697809	0,36
4,9	19	24,01	93,1	18,947	28,59041	29,16
4,2	18	17,64	75,60	17,085	12,14523	19,36
3,0	12	9,00	36,00	13,893	0,085849	2,56
1,3	11	1,69	14,30	9,371	17,88444	6,76
1,0	8	1,00	8,00	8,573	25,27073	31,36
3,0	14	9,00	42,00	13,893	0,085849	0,16
1,9	9	2,25	13,50	9,903	13,66781	21,16
4,1	16	16,81	65,60	16,819	10,36196	5,76
$\sum = 28,9$	$\sum = 136$	$\sum = 99,41$	$\sum = 435,30$	-	112,4242	122,4

$$a_1 = \frac{10 \cdot 435,30 - 136 \cdot 28,9}{10 \cdot 99,41 - 835,21} = 2,660; \quad a_0 = 0,1 \cdot (136 - 2,660 \cdot 28,9) = 5,913$$

Beləliklə, axtarılan reqressiya asılılığı bu şəkildədir:

$$y^p = 5,913 + 2,660x. \tag{5}$$

Reqressiya əyrisinin meyli 1 mil üçün $a_1 = 2,66$ dəqiqədir - bu 1 mil məsafəyə gəlmək üçün dəqiqələrin miqdarıdır. Düz xəttin Y oxu ilə kəsişmə nöqtəsinin koordinatı $a_0 = 5,913$ dəqiqədir. Bu zaman müddəti gedilmiş məsafədən asılı deyil, lakin analiz vaxtı aşkar öyrənilməmiş digər bütün mümkün faktorlardan irəli gəlir.

(3) düsturuna əsasən determinasiya əmsalını hesablayaq:

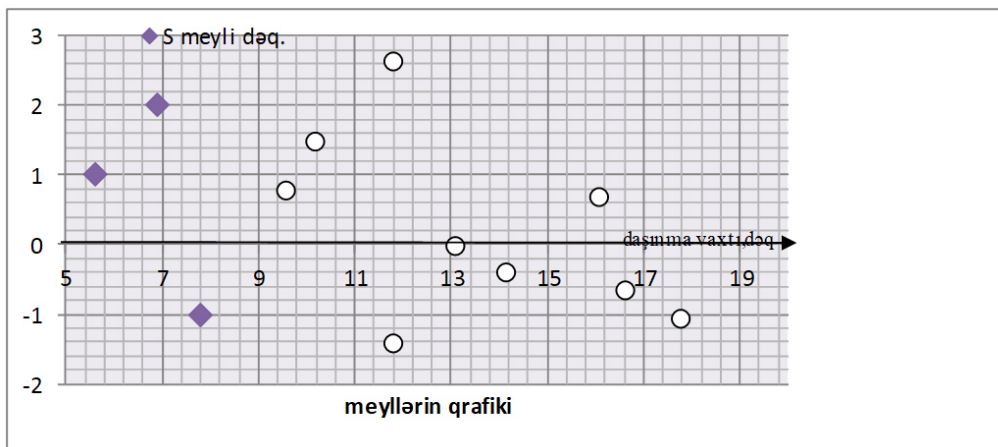
$$r^2 = \frac{112,424}{122,400} = 0,918 \text{ və ya } 91,8\%.$$

Beləliklə, xətti model 91,8% daşınmanın zaman variasiyasını izah edir. $100\% - 91,8\% = 8,2\%$ ilə isə daşınmanın zaman variasiyası izah edilə bilmir, hansı ki, bu xətti reqressiya modelinə daxil olmayan, daşınma vaxtına təsir edən bütün faktorlardan irəli gəlir.

Belə ki, determinasiya əmsalı kifayət qədər yüksək qiymət alır və 2 mil məsafə (biz məhz bu məsafə üçün proqnoz verməliyik) ilkin verilənlər diapazonu daxilində yerləşir (cədvəl 2), onda biz alınmış xətti reqressiya tənliyindən (4) proqnoz üçün istifadə edə bilərik:

$$y^*(2 \text{ mil}) = 5,913 + 2,660 \cdot 2 = 11,2 \text{ dəqiqə}.$$

İlkin verilənlər diapazonuna daxil olmayan məsafə üçün proqnoz verərkən (4) modelinin həqiqiliyinə qərantıya vermək olmaz. Bu onunla izah olunur ki, zaman və məsafə arasındakı əlaqə məsafənin böyüməsilə dəyişə bilər. Uzaq daşınmalara sərf olan vaxta yeni faktorlar: sürətli şəxsi istifadə, istirahət üçün dayanmaq, yemək yemək və s. təsir edə bilər. Təqribi, lakin ən sadə və əyani üsulla reqressiya modelinin kafiliyinin yoxlanılması - meyillərin qrafik təsviri hesab edilir (şəkil 5).



Şəkil 5.

Y oxunun hər bir y_i qiyməti üçün $(y_i^p - y_i)$ meylini kənara qoyaq. Əgər reqressiya modeli real asılılığa yaxındırsa, onda meyil təsadüfi xarakter daşıyacaq və onların cəmi sifra yaxın olacaq. Baxdığımız misalda meyil

$$\sum_{i=1}^n (y_i^p - y_i) = 0,004$$

kəmiyyətinə bərabər olacaq.

Qeyri-xətti reqressiya ilə ekonometrik analiz

Qeyri-xətti reqressiyanın daha sadə halına baxaq: hiperbola, eksponenta və parabola şəkilli.

Hiperbolanın və eksponentanın əmsallarının tapılması zamanı qeyri-xətti reqression asılılığın xətti formaya gətirilmə qaydalarından istifadə edirlər. Bu reqressiya funksiyasının əmsallarının hesablanması üçün (3) düsturundan istifadə etməyə imkan verir [4].

Hiperbola.

$Y = a_0 + \frac{a_1}{x}$ hiperbolasının tapılması zamanı $z = \frac{1}{x}$ yeni dəyişəni daxil edirlər. Onda hiperbolanın tənliyi xətti forma alır: $y = a_0 + a_1 z$. Bundan sonra xətti funksiyanın tapılması üçün (4) düsturundan istifadə edirlər, lakin x_i kəmiyyətinin əvəzinə $z_i = \frac{1}{x_i}$ kəmiyyəti götürülür:

$$a_1 = \frac{n(\sum y_i z_i - \sum y_i \sum z_i)}{n(\sum z_i^2) - (\sum z_i)^2}; \quad a_0 = \frac{1}{n}(\sum y_i - a_1 \sum z_i) \quad (6)$$

Köməkçi cədvəldən istifadə etməklə hesablamaların aparılması zamanı cədvəlin uyğun sütunları doldurulmalıdır [5].

Eksponenta.

$Y = a_0 e^{a_1 x}$ eksponenta şəkilli funksiyanın xətti şəkllə gətirilməsi üçün loqarifmləmə əməliyyatını yerinə yetiririk:

$$\ln y = \ln(a_0 e^{a_1 x}), \quad \ln y = \ln a_0 + \ln(e^{a_1 x}); \quad \ln y = \ln a_0 + a_1 x.$$

$b_0 = \ln a_0$ və $b_1 = a_1$ dəyişənlərini daxil edək, onda $\ln y = b_0 + b_1 x$ buradan alınır ki, (4) formulunu tətbiq etmək olar, burada y_i qiymətlərinin yerinə $\ln y_i$ -dən istifadə ediləcək:

$$b_1 = a_1 = \frac{n(\sum [\ln y_i] x_i - \sum \ln y_i \sum x_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}; \quad b_0 = \frac{1}{n} (\sum \ln y_i - b_1 \sum x_i) . \quad (7)$$

Bu halda biz b_0 və b_1 əmsallarının ədədi qiymətini alırıq; bu qiymətlərdən istifadə etməklə eksponenta modelində istifadə edilən a_0 və a_1 seçməliyik [6].

Loqarifmin tərifindən və daxil edilən işarələmələrdən:

$$a_0 = e^{b_0}, \quad a_1 = b_1 \text{ alırıq.}$$

Parabola.

$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ parabolasının əmsallarını hesablamaq üçün üç tənlikdən ibarət xətti sistemi həll etmək lazımdır:

$$\begin{cases} na_0 + (\sum x_i)a_1 + (\sum x_i^2)a_2 = \sum y_i \\ (\sum x_i)a_0 + (\sum x_i^2)a_1 + (\sum x_i^3)a_2 = \sum (y_i x_i) \\ (\sum x_i^2)a_0 + (\sum x_i^3)a_1 + (\sum x_i^4)a_2 = \sum (y_i x_i^2) \end{cases} \quad (8)$$

Qeyri-xətti reqressiya əlaqəsinin gücünün qiyməti:

Hiperbola və parabola üçün reqressiya əlaqəsinin gücü (3) düsturu ilə bilavasitə təyin edilir. Eksponentanın determinasiya əmsalını (ilkın, reqression, orta) onun loqarifmi ilə əvəz edirik, məsələn, y^p -ni $\ln(y^p)$ ilə işarə edirik və s. [7].

Zaman sıralarının proqnozlaşdırılmasında Sürüşkən orta və Eksponensial hamaralama metodları

Sürüşkən orta və eksponensial hamaralama metodları zaman sıralarının proqnozlaşdırılması üçün istifadə olunur. Formal olaraq, zaman sırası – bu, (X, Y) verilənlər cütündən ibarət çoxluqdur, burada x - zaman periodları və ya momentləridir (asılı olmayan dəyişən), Y isə asılı dəyişən olub, tədqiq olunan hadisə və ya prosesi xarakterizə edən parametrdir. Zaman sıralarının tədqiqinin əsas məqsədi Y parametrinin faktiki qiymətlərinin zamana görə dəyişməsi tendensiyasını aşkara çıxarmaqdan və Y -nin gələcək qiymətlərinin proqnozlaşdırılmasından ibarətdir. Retrospektiv verilənlərə görə qurulmuş model proqnozlaşdırılan model parametrlərinin qiymətlərinin dinamikada tendensiyaya dayanıqlığının mövcudluğu kimi istifadə edilə bilər. Belə tendensiyanın pozulmasının mümkün hallarına: firmanın fəaliyyət planının köklü dəyişməsi; daxili və xarici situasiyanın parametrlərinin kəskin dəyişməsi; təbii fəlakətlər, hərbi müdaxilə, ictimai itaətsizlik aiddir [8].

Sürüşkən orta və eksponensial hamaralama metodlarının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, tədqiq olunan zaman sırasının faktiki səviyyəsi onların ötüb-keçmiş təsadüfi enib-qalxmalarının orta qiymətləri ilə əvəz olunur. Bu, tədqiq olunan parametrimin əsas dəyişmə tendensiyasını daha dəqiq seçməyə imkan verir. Bu m sayda keçmiş $y_{t+i} \quad i=1, m-1$ müşahidə nəticələrinin cəmi şəklində göstərilən y_{t+1}^* proqnozunun təsvirinə əsaslanan zaman sıralarının proqnozlaşdırılmasının nisbətən sadə metodlarıdır, belə ki, bu proqnozların hər biri müəyyən β_t çəki əmsalları ilə nəzərə alınır:

$$y_{t+1}^* = \beta_t y_t + \beta_{t-1} y_{t-1} + \dots + \beta_{t-m+1} y_{t-m+1}. \quad (9)$$

Sürüşkən orta və eksponensial hamaralama metodlarından istifadə aşağıdakı fərziyyələrə əsaslanır:

- Zaman sırası o mənada dayanıqlı hesab olunur ki, onun elementləri növbəti təsadüfi prosesin realizasiyası olsun: $y_t = b + \varepsilon_t$, harada ki, b -naməlum sabit parametr, ε_t - təsadüfi səhvdir;
- ε_t təsadüfi səhvi sabit dispersiyaya və sıfır riyazi gözləməyə malikdir;
- zamanın müxtəlif periodları üçün verilənlər korrelyasiya olunmayıblar;
- zaman sırasının proqnozu və hamarlanmasının hesablanması (10) düsturu vasitəsilə aparılır;

$$y_{t+1}^* = \frac{y_t + y_{t+1} + \dots + y_{t-m+1}}{m} \quad (10)$$

bu zaman fərz olunur ki, n zaman anlarında y_{t-1} -in bütün qiymətləri proqnozlaşdırılan y_{t+1}^* qiymətinə öz bərabər payını verir və bərabər çəki əmsalları ilə nəzərə alınır.

Eksponensial hamaralama metodu

Eksponensial hamaralama metodunda əvvəlki müşahidə nəticələrinin çəki əmsalları sonuncu veیلənlərə yaxınlaşma dərəcəsilə artır.

Bundan başqa proqnozlaşdırılan qiymətlərin formalaşmasında

$$y^*_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 y_{t-2} + \dots \quad (11)$$

zaman sırasının n sayda y_{t-1} ($i = \overline{1, n-1}$) məlum qiymətlərinin hamısı iştirak edir.

Proqnozun verilməsi və zaman sırasının hamarlanması üçün eksponensial hamaralama metodu üçün (11) düsturundan

$$y^*_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)y^*_t \quad (12)$$

şəklində istifadə edilir. Burada ki, $\alpha \in (0, 1)$ – hamaralama əmsəlidir. Beləliklə, y^*_{t+1} –in qiymətini y^*_t qiymətinə əsasən rekkurent olaraq hesablamaq olar [9].

Metodiki göstəriş: məsələ 2. Sürüşkən orta və eksponensial hamaralama metodlarının tətbiqinə əsaslanaraq, cədvəl 2-də təsvir olunmuş zaman sırasını qurmalı və təhlil aparmalı.

Cədvəl 2.

T	1	2	3	4	5	6	7
Y_t , min ədəd	46	50	48	53	51	52	57

$m=4$ (keçmiş y_{t+i} $i = \overline{1, m-1}$ müşahidə nəticələrinin cəmi) üçün sürüşkən orta metoddla $t=8$ və $\alpha=0,6$ olduqda eksponensial hamaralama metodu ilə proqnoz verməli.

Qrafikdən görünür ki, y_z zaman sırasının qiymətlərinin artımından eksponensial hamaralama və sürüşkən orta metodlarla verilmiş proqnozlarda qeyri-dəqiqliyə gətirib çıxaran aşkar tendensiya müşahidə olunur (bu metodlardakı çatışmazlıqlardan irəli gəlir).

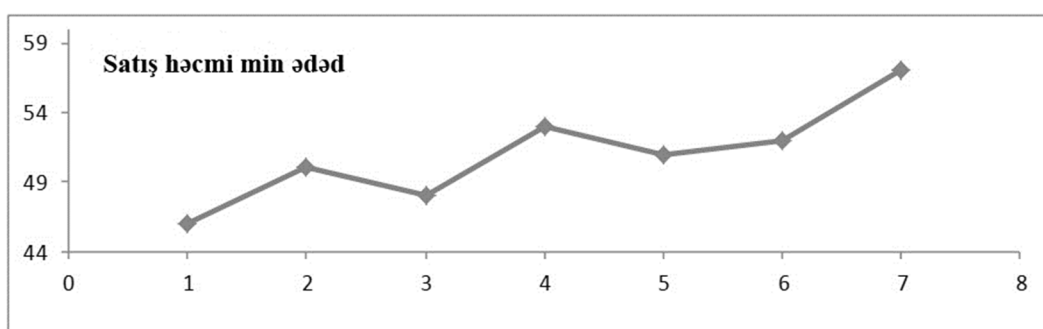
Sürüşkən orta metoddla proqnozlaşdırma üçün təkcə

$$y^*_{s(m=n)} = \frac{53 + 51 + 52 + 57}{4} = 53,250 \text{ (min ədəd.)}$$

hesablamasını aparmaq kifayətdir.

Eksponensial hamaralama metodları ilə proqnozlaşdırma üçün $t=1$ zaman anı istisna olmaqla, bütün digər zaman anları üçün hesablama aparmaq zəruridir.

Cədvəl 2-də təsvir olunmuş ilkin zaman sırasının qrafiki.



$$y^*_{2(\alpha=6)} = 0,6 \times 46 + 0,4 \times 46 = 46,000;$$

$$y^*_{3(\alpha=6)} = 0,6 \times 50 + 0,4 \times 46 = 48,400;$$

$$y^*_{4(\alpha=6)} = 0,6 \times 48 + 0,4 \times 48 = 48,160;$$

$$y^*_{5(\alpha=6)} = 0,6 \times 53 + 0,4 \times 48,160 = 51,064;$$

$$y^*_{6(\alpha=6)} = 0,6 \times 51 + 0,4 \times 51,064 = 51,026;$$

$$y^*_{7(\alpha=6)} = 0,6 \times 52 + 0,4 \times 51,026 = 51,610;$$

$$y^*_{8(\alpha=6)} = 0,6 \times 57 + 0,4 \times 51,610 = 54,844 \text{ (min. ədəd)}$$

Sürüşkən orta m həddinin seçilməsi və ya eksponensial hamaralama metodunda α parametrinin seçilməsi üçün dəqiq qayda yoxdur. Onlar tədqiq olunan prosesin statistikasını ilə müəyyən olunurlar. m nə qədər kiçik və α nə qədər böyük olarsa, proqnoz zaman sırasının titrəyişinə daha güclü reaksiya verəcək, və əksinə, m nə qədər böyük, α nə qədər kiçik olarsa, proqnozlaşdırma prosesi daha çox ətalətli olur. Praktikada n kəmiyyəti adətən $2 \cdot 10$ arasında, α isə $0,01$ –dən $0,30$ -dək dəyişir. Zaman sırasının elementlərinin sayı kifayət qədər olduqda, proqnozlaşdırma üçün qəbul edilən, α və m kəmiyyətlərini aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

- $m(\alpha)$ qiymətlərinin bir neçəsinin əvvəlcədən verilməsi;
- hər bir verilmiş $m(\alpha)$ qiyməti üçün zaman sırasını hamarlamalı;
- orta mütləq xəta kimi (mean absolut deviation – MAD) orta proqnozlaşdırma səhvini hesablamalı

$$MAD = \frac{\sum |y_t - y_t^*|}{n}; \quad (13)$$

-minimal səhvə uyğun $m(\alpha)$ qiymətinin seçilməsi.

Nəticə

Məqalədə sosial-iqtisadi proseslər üçün ekonometrik proqnozların verilməsi zamanı regressiya və korrelyasiya analizinin aparılması üsulları təhlil olunmuş və üsullar üzrə qiymətləndirmə aparılmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Антохонова, И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учеб. пособие для вузов / И. В. Антохонова. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2018. - 213 с.
2. Бабайцев, В. А. Математические методы финансового анализа : учеб. пособие для вузов / В.А.Бабайцев, В.Б. Гисин.-2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019.-215 с.
3. Гармаш, А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев; под ред. В. В. Федосеева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 328 с.
4. Ковалев, Е.А. Теория вероятностей и математическая статистика для экономистов: учебник и практикум для бакалавриата, специалитета и магистратуры / Е.А.Ковалев, Г. А. Медведев; под общ. ред. Г.А.Медведева. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 284 с.
5. Красс, М.С. Математика в экономике. Базовый курс: учебник для бакалавров / М.С. Красс. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 470 с.
6. Красс, М.С. Математика в экономике: математические методы и модели: учебник для СПО / М.С.Красс, Б.П.Чупрынов; под ред. М.С.Красса. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2020. - 541 с.
7. Кремер, Н. Ш. Высшая математика для экономистов в 3 ч. Часть 3: учебник и практикум для СПО / под ред. Н.Ш.Кремера. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 415 с.
8. Кремер, Н.Ш. Высшая математика для экономистов в 3 ч. Часть 3: учебник и практикум для СПО / под ред. Н.Ш.Кремера. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 415 с.
9. Рудык, Б. М. Математический анализ для экономистов: учебник и практикум для академического бакалавриата / Б.М.Рудык, О.В.Татарников. М.: Издательство Юрайт, 2019. - 356 с.

*Гюлара Али кызы Рагимова,
к.э.н., доцент Бакинский Государственный Университет
gularaisayevaali@mail.ru
ORCID NO: 0000-0003-3084-9091*

Проведение анализа регрессии и корреляции при периоде эконометрического прогнозирования

Резюме

Цель исследования. Целью данной работы является проведение корреляционно-регрессионного анализа в эконометрическом прогнозировании. В нашей статье основное внимание уделено рассмотрению некоторых математических методов прогнозирования социально – экономических показателей.

Методология исследования. Основным аппаратом эконометрики является раздел математической статистики - корреляционно-регрессионный анализ. В корреляционном анализе определяется один показатель, характеризующий степень тесноты взаимосвязи экономических показателей. В регрессионном анализе строится модель регрессии в виде математической функции, которая показывает влияние факторов на некоторый экономический показатель. Теоретически корреляция и регрессия связаны между собой. В прогнозировании при выборе вида эконометрической модели основываются, прежде всего, на результатах предварительного качественного анализа характера закономерности развития изучаемого явления или процесса. Кроме того, анализируется массив исходных данных, который позволяет выявить некоторые характеристики предполагаемых зависимостей и на этой основе сформулировать, как правило, несколько предположений о виде аналитической связи. В исследовании мы привели некоторые виды аналитических зависимостей, наиболее часто используемых при построении эконометрических моделей в прогнозировании: линейная, экспоненциальная, гиперболическая, параболическая.

Практическая значимость исследования. Практическая значимость проведенного исследования - реализация корреляционно-регрессионного анализа может характеризоваться следующим этапом:

Первый этап: Постановка задачи – определяются показатели, зависимость между которыми подлежит оценке, формулируется экономически осмысленная и приемлемая гипотеза о зависимости между ними.

Второй этап: Формирование перечня факторов, их логический анализ – выбирается оптимальное число наиболее существенных переменных факторов, влияющих на зависимый показатель, т.е. осуществляется это сбор данных. После подготовки данных начинается их обработка.

Результат исследования. Овокупность теоретических положений полученных в работе можно использовать в эконометрическом прогнозировании.

Оригинальность и научная новизна исследования. Составление прогноза и рекомендаций для конкретных экономических явлений по результатам моделирования.

Ключевые слова: авторегрессионная модель, классическая регрессионная модель, коэффициент детерминации, доверительный интервал, состоятельная оценка.

Gulara Ali Rahimova
associate professor, Baku State University,
gularaisayevaali@mail.ru
ORCID NO: 0000-0003-3084-9091

Carrying out the analysis regression and correlations at the period of econometric forecasting

Summary

Purpose of the study. The aim of this work is to conduct correlation and regression analysis in econometric forecasting. In our article, the main attention is paid to the consideration of some mathematical methods of forecasting socio - economic indicators.

Research methodology. The main apparatus of econometrics is the section of mathematical statistics - correlation-regression analysis. In the correlation analysis, one indicator is determined that characterizes the degree of closeness of the relationship between economic indicators. In regression analysis, a regression model is built in the form of a mathematical function that shows the influence of factors on a certain economic indicator. In theory, correlation and regression are related. In forecasting, when choosing the type of econometric model, they are based, first of all, on the results of a preliminary qualitative analysis of the nature of the pattern of development of the phenomenon or process under study. In addition, an array of initial data is analyzed, which makes it possible to identify some characteristics of the assumed dependencies and, on this basis, formulate, as a rule, several assumptions about the type of analytical relationship. In the study, we cited some types of analytical dependencies that are most often used in the construction of econometric models in forecasting: linear, exponential, hyperbolic, and parabolic.

The practical significance of the study. The practical significance of the study - the implementation of the correlation-regression analysis can be characterized by the following stage:

The first stage: Statement of the problem - indicators are determined, the relationship between which is to be assessed, an economically meaningful and acceptable hypothesis about the relationship between them is formulated.

The second stage: Formation of a list of factors, their logical analysis - the optimal number of the most significant variable factors affecting the dependent indicator is selected, i.e. this is the collection of data. After preparing the data, processing begins.

Research result. The set of theoretical provisions obtained in the work can be used in econometric forecasting.

Originality and scientific novelty of the research. Drawing up a forecast and recommendations for specific economic phenomena based on the results of modeling.

Key words: *autoregressive model (AR), classical normal regression (CNR), coefficient of determination (R-squared), confidence interval, consistent estimator.*