

Qeyri-səlis Kobb-Duqlas modelindən istifadə etməklə neft-qaz hasilatının proqnozlaşdırılması

V.C. Axundov, i.ü.f.d.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: qeyri-səlis Kobb-Duqlas modeli, ölçmələrin qiymətləndirilməsi, məhsulun gətirilmiş dəyəri, fərq dərəcəsi.

e-mail: azeri46@mail.ru

DOI.10.37474/0365-8554/2021-12-49-53

Прогнозирование добычи нефти и газа с использованием модели Кобба-Дугласа

В.Дж. Ахундов, д.ф.э.н.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: нечеткая модель Кобба-Дугласа, оценка издержек, приведенная стоимость продукта, степень различия.

Поскольку классические методы не принимают таких понятий как неопределенность, нечеткость или неточность, они не могут адекватно прогнозировать возможные результаты во время экономических событий, характеристик и оценок.

В исследовании рассматривается вопрос прогнозирования объемов добычи на объектах нефтегазодобычи. Основная цель работы – определение нечетких цен конечного продукта на нефтегазодобывающих предприятиях с использованием теории нечетких множеств. Для достижения хороших результатов расчетов в предлагаемой исследовательской работе все риски на нефтегазодобывающих предприятиях оцениваются как в целом, так и по отдельным компонентам. Затем анализируются возможные результаты и предлагается лучшее решение. Из-за разнообразия и большого количества влияний на результаты в нефтегазовой отрасли проблема прогнозирования конечного продукта решается с помощью нечеткой модели Кобба-Дугласа.

Prediction of oil-gas production using Cobb-Douglas model

V.J. Akhundov, PhD in Ec. Sc.

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: fuzzy Cobb-Douglas model, measurement estimation, present value of product, differentiation degree.

As the classic methods do not consider such concepts as uncertainty, fuzziness or inaccuracy, they cannot predict appropriately the probable outcome during economic events, characteristics and estimations.

The study reviews the issue of prediction of production capacity in the site of oil-gas development. The major purpose of the paper is to define fuzzy costs of final product in the oil-gas producing enterprises using the theory of fuzzy set. To obtain good results in presented study, all risks in the oil-gas producing enterprises are evaluated both in a whole and by separate components. Furthermore, probable results are analyzed and best solution suggested. Due to the variety and great amount of effects on the oil-gas sphere, the issue of prediction of final product is solved using fuzzy Cobb-Douglas model.

İstehsal müəssisəsi səviyyəsində iqtisadi problemlər nəzərdən keçirilərkən ilkin məlumatlar adətən qeyri-dəqiq məlumatlar şəklində təqdim olunur. Həmçinin faktorların təsiri və onların qarşılıqlı əlaqələri barədə də tam məlumat olmur. Bu halda qeyri-müəyyən məlumatları təmsil etmək üçün müxtəlif qeyri-səlis modellərdən istifadə olunur [1].

Araşdırılan ədəbiyyatlar göstərmişdir ki, bəzi tədqiqatçılar neft-qaz hasilatı müəssisələrində son məhsulun həcminə təsir edən ayrı-ayrı faktorları qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinə istifadə etməklə təhlil edəblər. Belə müəlliflərə M. Better, L. Cheng, O. Modestus, R.F. Liao misal göstərmək olar. Lakin ədəbiyyatların təhlilindən aydın olmuşdur ki, qeyri-müəyyən informasiya şəraitində neft-qaz hasilatı müəssisələrində proqnozlaşdırılmanın sistemli şəkildə aparılması problemi hələ də öz həllini tapmamışdır [2].

Məqalənin birinci bölməsində neft-qaz hasilatı müəssisələrində son məhsulun həcminə təsir edən amillər təsnifləndirilir. Məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənliyi nəzərə almaqla bu sahə üzrə hasil olunan məhsulun gətirilmiş dəyərinin hesablanması qaydası təklif olunur. Məqalənin ikinci bölməsində qeyri-səlis Kobb-Duqlas modelindən istifadə etməklə tədqiq olunan neft-qaz hasilatı müəssisəsində son məhsulun qeyri-səlis qiymətinin hesablanması aparılır. Hesablamalarda neft-qaz istehsal müəssisəsi üzrə \bar{Y}_t və \bar{Y}_t qiymətləri təyin olunaraq alınan nəticələr təhlil olunur.

Neft-qaz hasilatı müəssisələrinin son məhsulun gətirilmiş dəyərinin hesablanması

İstehsal funksiyaları müəssisə (firma) səviyyəsindən milli iqtisadiyyat səviyyəsinə qədər istehsal müəssisələri və sistemlərini modelləşdirmək

üçün riyazi aparatın baza elementi rolunu oynayır. Ümumi şəkildə istehsal funksiyası $Q=A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta}$ təqdim olunur ki, burada məhsul istehsalına sərf edilən resurslar kimi işçilərin orta illik sayı L və əsas vəsaitlərin orta illik dəyəri K götürülür. Modeldə β , α , A parametrləri iqtisadi mənaya uyğun gələn istehsal funksiyasının riyazi xüsusiyyətlərini təmin edir.

Adətən praktikada parametrik siniflər üzrə istehsal funksiyası qurarkən yeni parametrlər vektorlarını daxil etməklə onun arqumentlərinin siyahısında genişləndirmələr aparılır

$$Q = F(K, L; w). \quad (1)$$

Məsələnin praktiki tətbiqi üçün elə bir şəkildə funksiyalar sinfini və w parametrləri seçmək tələb olunur ki, göstəricilər bərabərliyini yaxşı təmin etsin. Nəzərə almaq lazımdır ki, məlumatlarda müxtəlif məşəli qeyri-müəyyənliklər mövcud olduğuna görə Y_i, K_i, L_i -nin bütün qiymətlərində bu bərabərliyin tam təmin olunması mümkün deyil. Çünki istənilən model mürəkkəb bir obyektin sadələşdirilməsidir.

Neft-qaz hasilatı müəssisələrində modelləşdirmə və statistikanın qeyri-müəyyənliyini uçota almaq üçün verilənlər ilə modeli additiv səhvi nəzərə alan tənliklərin reqressiya sistemi əlaqələndirilməlidir. Bu istehsal sahəsində proqnozların daha uyğun tərtibinə nail olmaq üçün məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənliyi mütləq nəzərə almaq lazımdır

$$Q = F(K, L; w) + \varepsilon_i(t)O, T, \quad (2)$$

burada ε – məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənliyi ifadə edir. Simvolik olaraq ε məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənlik probleminə məlumat ölçmələrin *qiymətləndirilməsi* problemi deyilir. Bu vəzifə konstruktiv şəkildə yerinə yetirilməlidir.

Bir çox iqtisadiyyat sahələrində istehsal olunan məhsulların həcmnin qiymətləndirilməsi prosesində qeyri-müəyyənlik çox az olduğu üçün istehsal funksiyası qurulduqda ε ölçmələrin qiymətləndirilməsi nəzərə alınmaya bilər. Çünki bu sahələrdə məhsulların ümumdünya qiymət səviyyəsi çox aşağı dinamika ilə dəyişir. Eyni zamanda bu məhsulların istehsalına məqsədli şəkildə məhdudlaşdırmalar nadir hallarda tətbiq olunur. Lakin neft-qaz hasilatı müəssisələrində istehsal funksiyasının qurulması zamanı yuxarıda qeyd etdiyimiz amillər istehsal olunan son məhsulun həc-

minə təsir etdiyi üçün mütləq nəzərə alınmalıdır. Belə ki, neft və qazın illər üzrə qiymətinin kəskin dəyişməsi, hasilat tətbiq olunan məqsədli məhdudlaşdırmalar bu sahə üzrə reallığı daha doğru təsvir eləyən istehsal funksiyasının qurulmasında çətinliklər yaradır. Eyni zamanda bu sahə üzrə istehsal funksiyasının qurulmasında məlumatların qeyri-müəyyənliyi, onların qeyri-dəqiqliyi, statistik xətlər də nəzərə alınmalıdır.

Məsələnin bu şəkildə qoyulması və onun praktiki həlli yollarını göstərmək üçün problemə neft-qaz hasilatı müəssisəsi səviyyəsində baxılmışdır.

Neft-qaz hasilatının proqnozlaşdırılması prosesində son məhsulun həcminə təsir edən amillərin iki qrupa bölünməsi vacibdir. Birinci qrupa əsasən məlumat ölçmələrinin qiymətləndirilməsi ε məsələsi daxildir. Burada təsir edən amillərə yalnızca məhsulların qiymətinin böyük diapazonda dəyişməsi, milli valyuta kursunun dəyişməsi, hasilatın pay bölgüsü sazişlərinə uyğun olaraq hasilatın dəyişməsi və s. aiddir. Bu tip amillər statistik göstəricilərin tənzimlənməsi yolu ilə qiymətləndirilir. İkinci qrup amillərə isə iqtisadi hadisələr, xarakteristikalar və qiymətləndirmələr vaxtı məlumatların qeyri-müəyyənliyi, onların qeyri-dəqiqliyi, statistik xətlər və s. ola bilər. Bu tip amillər qeyri-səlis çoxluqlar yanaşmasından istifadə edilməklə qiymətləndirilir.

Əvvəlcə neft-qaz hasilatının proqnozlaşdırılması prosesində ölçmələrin qiymətləndirilməsi ε amillərini nəzərdən keçirək.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, məlumat ölçmələrindəki gözlənilən qeyri-müəyyənlik birinci qrup təsir amilləri ilə xarakterizə olunur ki, bu da aşağıda təklif etdiyimiz düsturla təyin olunur:

$$\varepsilon_i = (H \pm P)NK, \quad (3)$$

burada H – cari ildə ixrac olunan neft-qazın natural həcmi; P – hasilatın pay bölgüsü sazişlərinə, geoloji amillər və s. səbəblərdən neft-qaz ixracatında gözlənilən dəyişikliklər; N – 1 barrel neftin (və ya 1000 m³ qazın) orta illik ixrac qiyməti; K – milli valyutanın 1 ABŞ dollarına orta illik məzənnəsidir. Qeyd etmək lazımdır ki, əgər cari ilin və ya əvvəlki illərin göstəriciləri təhlil olunursa bu halda $P=0$ qəbul olunur.

(2) və (3) bərabərliyindən istifadə etməklə ümumi şəkildə istehsal olunan son məhsulun nominal dəyərini aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

$$Q = Y + \varepsilon_i \text{ və ya, } Y = Q - \varepsilon_i, \quad (4)$$

burada Q – hasil olunan məhsulun nominal dəyəri;

Y – hasil olunan məhsulun gətirilmiş dəyəri; ε_i – məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənlikdir.

Cədvəl 1-də modelin qurulması üçün tədqiq olunan neft-qaz hasilatı müəssisəsinin texniki-iqtisadi göstəriciləri verilib.

istifadə olunmuşdur:

$$\tilde{Y} = \tilde{A} \cdot \tilde{K}^{\alpha} \cdot \tilde{L}^{\beta}. \quad (5)$$

Kobb-Duqlas modeli açıq şəkildə belə yazıla

Cədvəl 1

İllər	Hasil olunan neftin miqdarı (barrel)	1 barrel neftin orta illik qiyməti, dollar	Hasil olunan qazın miqdarı (1000 m ³)	1000 m ³ qazın orta illik dəyəri	Istehsal olunan neft-qazın dəyəri, dollar	Əsas fondların orta illik dəyəri	İşçilərin orta illik sayı
2007	8800.9	72.7	5997.5	205.5	1055766	5162385	64145
2008	8651.3	97.7	7752.6	284.3	1099439	6974067	65083
2009	8543.3	61.9	6903	126.2	1200078	7946556	71635
2010	8459.7	79.6	7178.9	127.2	1245439	8244627	75552
2011	8400.9	111	7084.2	129	1291819	9065173	78844
2012	8289.8	111.4	6924.6	99.1	1230998	10776896	70901
2013	8314.9	108.8	7140.1	143.2	1182075	11665000	65568
2014	8320.6	98.9	7222.8	141.04	1081111	12134000	56460
2015	8160.6	52.4	6871.5	82.6	1087576	17236000	52576
2016	7522.4	44	6266.8	85.5	1083597	20116000	50933
2017	7427.1	54.53	6089.1	89.6	1100498	25669000	50122
2018	7542.3	72.93	6525.6	85.75	1114527	28259000	50332

Məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənlik əsasən neftin və qazın qiymətinin böyük diapazondakı dəyişməsi ilə yaranır. Bunu nəzərə alaraq hasil olunan neft və qazın gətirilmiş dəyəri baxılan dövrdə qiymətlərin ən aşağı səviyyəsi (1 barrel neft istehsalı üzrə 44 dollar, 1000 m³ qaz üzrə 82.6 dollar) və məhsulun həcmi göstəricilərindən istifadə etməklə Y (hasil olunan məhsulun gətirilmiş dəyəri) hesablanaraq cədvəl 2-də verilmişdir.

Hasil olunan məhsulun gətirilmiş dəyərinin təyin olunması məhsul istehsalının real həcmi dəyər ifadəsində daha doğru qiymətləndirməyə imkan verir [3]. Bu göstəricidən isə qeyri-müəyyən informasiya şəraitində neft-qaz hasilatında son məhsulun proqnozlaşdırılmasında istifadə olunmuşdur.

Qeyri-müəyyən informasiya şəraitində son məhsulun proqnozlaşdırılması

Neft-qaz hasilatının proqnozlaşdırılması prosesində daha doğru nəticələr əldə etmək üçün məlumatların qeyri-müəyyənliyi, onların qeyri-dəqiqliyi, statistik xətlər və s. (ikinci qrup amillər) nəzərə alınmalıdır.

Tədqiqat prosesində aparılan hesablamalarda neft-qaz istehsalında son məhsulun proqnozlaşdırılmasında qeyri-səlis Kobb-Duqlas modelindən

bilər:

$$y^i = [A_1^i (\min (K_1)^{\alpha_1}, (L_2)^{\beta_1}); (K_2)^{\alpha_2}, (L_1)^{\beta_2}), A_2^i (\max (K_1)^{\alpha_1}, (L_2)^{\beta_1}, (K_2)^{\alpha_2}, (L_1)^{\beta_2})]$$

Verilənlərdən istifadə etməklə tədqiq olunan neft-qaz hasilatı müəssisəsi üzrə əsas fondların miqdarı və işçilərin orta illik sayının qeyri-səlis qiymətləri əsasında bu sahənin son məhsulu qeyri-səlis qiymətlərini hesablayaraq.

Cədvəl 3-də SOCAR-ın neft-qaz istehsalı müəssisələri üzrə 2007–2018-ci illər üzrə edilən fərq dərəcəsi nəzərə alınmaqla əsas fondların orta illik dəyəri və işçilərin orta illik sayının qeyri-səlis qiymətləri verilib.

Verilmiş cədvəldən istifadə etməklə (5) bərabərliyində A , α və β parametrlərinin qeyri-səlis qiymətlərini $(\tilde{A}, \tilde{\alpha}, \tilde{\beta})$ tapmaq [4]. Məsələnin həlli üçün bir neçə yanaşmadan istifadə olunmuşdur.

Hesablamalarda qeyri-səlis Kobb-Duqlas funksiyası aşağıdakı optimallaşdırma məsələsinin həlli kimi tapılır.

$$d(\tilde{Y}, \tilde{Y}^i) \rightarrow \min$$

bu halda, aşağıdakı məhdudiyət şərtləri ödənilir:

Cədvəl 2

	2007	2008	2016	2017	2018
Neft istehsalının gətirilmiş həcmi	387239.6	380657.2	330985.6	326792.4	331861.2
Qaz istehsalının gətirilmiş həcmi	495393.5	640364.8	517637.7	502959.7	539014.6
Cəmi	882633.1	1021022	848623.3	829752.1	870875.8

İllər	K ₁ - in ehtimal edilən dəyər (dövlət)	Y ₁ -in ehtimal edilən dəyər (dövlət)	Qəna hesablarına görə illik dəyər (min. dol.) A ₁ , A ₂ , A ₃	İstehsalın orta əyriyə təzyi (min. əyriyə) L ₁ , L ₂ , L ₃	İstehsal etiriminin neftə görə dəyəri (min. dol.) T ₁ , T ₂ , T ₃
2006	0.03	1.04	(5007.5; 5162.4; 5317.3)	(62.2; 64.1; 66.1)	(848.7; 882.6; 917.9)
2007	0.03	1.04	(6764.8; 6974.0; 7183.3)	(63.1; 65.1; 67.0)	(981.8; 1021.0; 1061.9)
2008	0.05	1.063	(7549.2; 7946.5; 8343.9)	(68.1; 71.6; 75.2)	(890.0; 946.1; 1005.6)
2009	0.05	1.063	(7832.4; 8244.6; 8656.9)	(71.8; 75.6; 79.3)	(908.0; 965.2; 1026.0)
2010	0.05	1.063	(8611.9; 9065.1; 9518.4)	(74.9; 78.8; 82.8)	(898.2; 954.8; 1014.9)
2011	0.05	1.063	(10238.1; 10776.9; 11315.7)	(67.4; 70.9; 74.4)	(881.2; 936.7; 995.7)
2012	0.05	1.063	(11081.7; 11665.0; 12248.3)	(62.3; 65.6; 68.8)	(899.0; 955.6; 1015.8)
2013	0.05	1.063	(11527.3; 12134.0; 12740.7)	(53.6; 56.5; 59.3)	(905.7; 962.7; 1023.4)
2014	0.07	1.093	(116029.5; 17236.0; 18442.5)	(48.9; 52.6; 56.3)	(847.8; 926.7; 1012.8)
2015	0.07	1.093	(18707.9; 20116.0; 21524.1)	(47.4; 50.9; 54.5)	(776.4; 848.6; 927.6)
2016	0.07	1.093	(23872.2; 25669.0; 27465.8)	(46.6; 50.1; 53.6)	(759.2; 829.8; 906.9)
2018	0.07	1.093	(26280.9; 28259.0; 30237.1)	(46.8; 50.3; 53.9)	(796.8; 870.9; 951.9)

məlidir:

$$\bar{A} \leq \bar{A} \leq \bar{A}$$

$$\bar{\alpha} \leq \bar{\alpha} \leq \bar{\alpha}$$

burada \bar{A} , $\bar{\alpha}$, $\bar{\beta}$ - qeyri-səlis Kobb-Duqlas istehsal funksiyasının axtarılan qeyri-səlis parametrləri, \bar{A} , $\bar{\alpha}$, $\bar{\beta}$ - bu parametrlərin diapazonlarının sərhədləridir [5].

Bizim misalda tədqiq olunan neft-qaz istehsalı müəssisəsi üzrə bu parametrlər aşağıdakı kimi götürülür:

$$\bar{A} = (0.98; 1; 1.02), \bar{A} = (294.12; 300; 306),$$

$$\bar{\alpha} = (0.098; 0.1; 0.102), \bar{\alpha} = (0.882; 0.9; 0.918),$$

$$\bar{\beta} = (0.098; 0.1; 0.102); \bar{\beta} = (0.882; 0.9; 0.918).$$

Apardığımız hesablamalar nəticəsində tədqiq

Cədvəl 4

İllər	Y ¹ -in təyin olunan qiyməti min. man.	Y ² -in təyin olunan qiyməti min. man.	Y ³ -in təyin olunan qiyməti min. man.
2006	848685.67	882633.10	917938.42
2007	981751.88	1021021.96	1061862.84
2008	890021.64	946093.00	1005696.86
2009	907999.94	965203.94	1026011.79
2010	898207.45	954794.52	1014946.57
2011	881207.11	936723.16	995736.72
2012	898991.40	955627.86	1015832.42
2013	905653.51	962709.68	1023360.39
2014	847806.31	926652.30	1012830.96
2015	776416.54	848623.28	927545.25
2016	759151.02	829752.06	906919.00
2018	796775.63	870875.76	951867.21

olunan neft-qaz istehsalı müəssisəsi üçün A , α və β - nin alınan qeyri-səlis qiymətləri aşağıdakı kimi olmuşdur:

$$\bar{A} = (256.2109; 261.4397; 266.6685),$$

$$\bar{\alpha} = (0.580053; 0.591891; 0.603729),$$

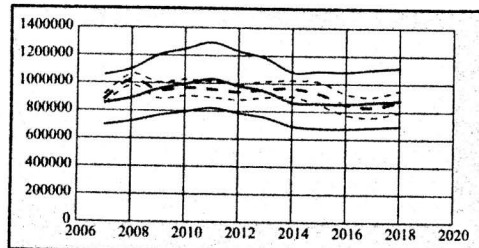
$$\bar{\beta} = (0.098; 0.1; 0.102).$$

Alınmış nəticələrdən istifadə etməklə tədqiq olunan neft-qaz istehsalı üzrə Y^1 və Y^2 qiymətləri təyin olunaraq cədvəl 4-də verilmişdir.

Məsələnin həlli qrafik olaraq şəkildə göstərilmişdir.

Tədqiqat prosesində A , α , β - nin təyin olunmuş qiymətləri ilə hesablanmış Y -in verilməyəndən orta kvadratik kənarlaşması müqayisə edilmişdir. Məsələnin həllinin orta kvadratik xəttinin kökü (məqsəd funksiyası) 57776.45 min man. olmuşdur ki, bu da 6.24 % təşkil edir.

Hesablamaların nəticələrinə əsaslanaraq qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin aparatından istifadə etməklə əldə edilən nəticələri digər metodlarla hesablanmış nəticələrlə müqayisə etdikdə bu yanaşmanın dəqiq olmayan və subyektiv qiymət



Neft-qaz istehsalı üzrə ehtimal edilən fərq dərəcəsi ilə Y^1 və Y^2 qiymətlərinin dəyişməsi

ləndirmələri ifadə etmək üçün təsirli bir vasitə olduğunu deyə bilərik.

Nəticə

Qismən etibarlı informasiya şəraitində neft-qaz hasilatı üzrə son məhsulun həcmünün hesablanması üçün təsir amilləri düzgün qiymətləndirilməlidir. Aparılan hesablamalar göstərmişdir ki, qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin metodlarından istifadə etməklə modelin keyfiyyətinin artırılması müxtəlif diapazonlarda mümkün dəyişikliklər halında neft-qaz istehsalı müəssisələrində son məhsulun həcmünün hesablanması probleminin həlli üçün imkanlar yaradır.

Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, neft-qaz hasi-

latında son məhsulun həcmünün hesablanması zamanı bu sahənin spesifik xüsusiyyətlərini nəzərə almaq lazımdır. Əvvəlcə məlumat ölçmələrindəki qeyri-müəyyənliyi nəzərə almaqla bu sahə üzrə istehsal olunan məhsulun gətirilmiş dəyəri hesablanmalıdır. Sonra isə qeyri-səlis xətti tənliklər sistemindən istifadə etməklə son məhsulun həcminin qeyri-səlis qiymətinin hesablanması aparılmalıdır.

Neft-qaz sənayesi müəssisələrində məlumatların qeyri-müəyyənliyi, onların qeyri-dəqiqliyi, statistik xətalər və s. amillər qeyri-səlis çoxluqlar yaranmasından istifadə edilməklə qiymətləndirilə bilər. Bundan isə neft-qaz sənayesi müəssisələrində proqnozların hazırlanmasında istifadə olunmalıdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Aliev R.A., Fazlollahi B., Aliev R.R. Soft Computing and its Applications in Business and Economics. – Berlin: Springer-Verlag, 2004, 446 p.
2. Better M., Glover F., Kochenberger G., Wang H. Simulation optimization applications in risk management // International Journal of Information Technology and Decision Making, 2008, pp. 571-587.
3. Cheng L., Tzeng G.-H., Wang S.-Y. A fuzzy set approach for generalized crr model: An empirical analysis of S&P 500 Index Options // Review of Quantitative Finance and Accounting, 2005, pp. 255-275.
4. Akhundov V.J., Mammadova S.K. and Aliyev A.M. Investigation of the "Input-output" model of the Azerbaijani economy in interval information conditions. 13th International Conference on Theory and Applications of Fuzzy Systems and Soft Computing ICAFS 2018 (Indexed by Web of Science and Scopus). 27-28 August, Warsaw, Poland, 2018, pp. 760-768.
5. Behera Diptiranj; Hong-Zhong and S. Chakraverty Solution of Fully Fuzzy System of Linear Equations by Linear Programming Approach. CMES, 108(2), 2015, pp. 67-87.

References

1. Aliev R.A., Fazlollahi B., Aliev R.R. Soft Computing and its Applications in Business and Economics. – Berlin: Springer-Verlag, 2004, 446 p.
2. Better M., Glover F., Kochenberger G., Wang H. Simulation optimization applications in risk management // International Journal of Information Technology and Decision Making, 2008, pp. 571-587.
3. Cheng L., Tzeng G.-H., Wang S.-Y. A fuzzy set approach for generalized crr model: An empirical analysis of S&P 500 Index Options // Review of Quantitative Finance and Accounting, 2005, pp. 255-275.
4. Akhundov V.J., Mammadova S.K. and Aliyev A.M. Investigation of the "Input-output" model of the Azerbaijani economy in interval information conditions. 13th International Conference on Theory and Applications of Fuzzy Systems and Soft Computing ICAFS 2018 (Indexed by Web of Science and Scopus). 27-28 August, Warsaw, Poland, 2018, pp. 760-768.
5. Behera Diptiranj; Hong-Zhong and S. Chakraverty Solution of Fully Fuzzy System of Linear Equations by Linear Programming Approach. CMES, 108(2), 2015, pp. 67-87.