
**ԲՆԱԿԱՆ ԳԱԶԻ ՄԻԶԱԶԳԱՅԻՆ ԳՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ
ՇԱՐՔԻ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ**

ՍՏՅՈՊԱ ԾԱՌՈՒԿՅԱՆ, ԱՐԱՄ ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

Ներածություն: Բնական գազի միջազգային գների տատանումները պայմանավորում են ապրանքների և ծառայությունների ընդհանուր գների աճը կամ նվազումը և ազդում են ինչպես գազ արտահանող երկրի, այնպես էլ գազ ներմուծող երկրի եկամտի, գների մակարդակի և ինֆլյացիայի վրա¹, իսկ արդյունքում դրանք ազդում են ինֆլյացիայի որոշիչների՝ ՀՆԱ-ի, փողի առաջարկի, ֆիսկալ դեֆիցիտի, ԱՄՆ դոլարի փոխարժեքի վրա²: Բնական գազի միջազգային գինը համաշխարհային տնտեսության դինամիկ փոփոխվող մակրոտնտեսական գործոն է, դրա ուսումնասիրությունը ունի արդիական նշանակություն:

Այս ուղղությամբ կատարված հետազոտություններում օգտագործվում են էկոնոմետրիկ մոդելներ ժամանակային շարքերի վարքը նկարագրելու համար, սակայն դրանց կիրառությունները սահմանափակ են, քանի որ հնարավորություն չեն տալիս ուսումնասիրելու ժամանակային շարքերի դինամիկ կառուցվածքը:

Հաշվի առնելով ժամանակային շարքերի պարբերական մոդելի կառուցման Պարբերագրերի և Ֆուրյեի վերլուծության մեթոդների արդյունավետությունը՝ մենք առաջարկում ենք բնական գազի միջազգային գների տատանումներն ուսումնասիրել՝ կիրառելով դրանց սկզբունքները:

Վերլուծության մեթոդը: Եթե ժամանակային շարքերի վրա ազդում են պարբերական կամ սեզոնային գործոնները, ապա կարելի է անմիջապես գրանցել պարբերությունները: Սակայն եթե ժամանակային շարքի պարբերականությունը հնարավոր չէ ճշգրիտ գնահատել, ապա կարելի է կառուցել ժամանակային շարքի պարբերագիրը և որոշել պարբերությունը կամ հաճախականությունը: Պարբերագիրը կառուցելու նպատակով ժամանակային շարքը դիտարկում ենք հաճախականության տիրույթում և ներկայացնելու համար օգտագործում ենք պարբերական ֆունկցիաները՝ կոսինուսը և սինուսը՝ տրված տարբեր հա-

¹ Տե՛ս Choi S., Loungani P., Mishra S., Furceri D., Poplawski-Ribeiro M. Oil Prices and Inflation Dynamics: Evidence from Advanced and Developing Economies, Journal of International Money and Finance, Jan 2018, **Thingan M. L.** Macroeconomic Theory:10th Edition, Vrinda Publication Ltd, New Dalhi, 2002, 514 էջ:

² Տե՛ս Ayinde O. E. et al Determinants of Inflation in Nigeria: A Comparative Approach: Joint 3rd Africa Association of Agricultural Economics (AAAE) and 48th Agricultural Association of South Afrika (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, 2010, September, էջ 19-23:

ճախականություններով: Այսպես, նշանակենք³.

$$X_t = q_t + \sum_{i=1}^N (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t) + \varepsilon_t, \quad (1)$$

որտեղ՝

X_t - ժամանակային շարքն է,

T_t - տրենդի հավասարումն է,

ω_i - ռադիանով չափված անկյունային հաճախականությունն է,

a_i, b_i - Ֆուրյեի գործակիցներն են,

ε_t - պատահական սխալն է:

Նախ ժամանակային շարքը ազատվում է տրենդից, այնուհետև, կիրառելով փոքրագույն քառակուսիների մեթոդը, գնահատվում են Ֆուրյեի գործակիցները՝ հետևյալ կերպ.

$$\hat{a}_i = \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N x_t \cos \omega_i t \quad (2)$$

$$\hat{b}_i = \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N x_t \sin \omega_i t, \quad (3)$$

որտեղ՝ $1 < i < N/2$, $\omega_i = 2\pi f_i$:

Նշանակենք ժամանակային շարքի պարբերագիրը՝ $I(f_i)$, որտեղ f_i -ն i -րդ հարմոնիկայի $1/N$ հաճախականությունն է, $i=1, 2, \dots, N$:

Եթե ժամանակային շարքը պարունակում է զույգ քանակությամբ անդամներ ($N = 2q$, $q = N/2$), ապա (2), (3) բանաձևերը կիրառելի են, բացառությամբ հետևյալ գործակիցների.

$$\hat{a}_q = (1/N) \sum_{t=0}^N (-1)^t x_t$$

$$\hat{b}_q = 0,$$

իսկ ժամանակային շարքի $I(f_i)$ պարբերագիրը՝

$$I(f_{0.5}) = N a_q^2 : \quad (4)$$

Եթե $N = 2q + 1$ (այսինքն՝ եթե դիտարկումների քանակը կենտ է), ապա X_t ժամանակային շարքի $I(f_i)$ պարբերագիրը՝

$$I(f_i) = \frac{N}{2} (a_i^2 + b_i^2), i = 1, 2, \dots, q : \quad (5)$$

³ Տե՛ս **Priestly M. B.** Spectral Analysis of Time Series: Academic Press; London, 1981, 491 էջ, **Ekpenyong E. J., Omekara C. O.** Application of Fourier Series Analysis to Modeling Temperature Data of Uyo Metropolis: Global Journal of Mathematical Sciences, 7(1), 2008, էջ 5-13, **Гренджер К., Хатанак М.** Спектральный анализ временных рядов в экономике. М., 1972, էջ 12-15:

Ընդունենք, որ տրենդի հավասարումն ունի հետևյալ հավասարումներից մեկի տեսքը.

$$X_t = a_0 + b_0 t \text{ գծային տրենդ,}$$

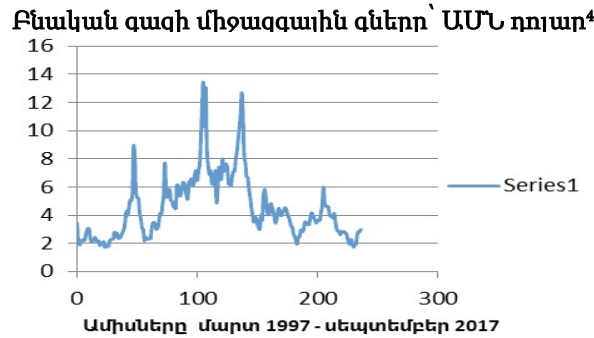
$$X_t = a_0 + b_0 t + c_0 t^2 \text{ քառակուսային տրենդ :} \quad (6)$$

Եթե հաշվարկները կատարելուց հետո տրենդը հեռացվի, ապա կստանանք հետևյալ (1) հավասարումը.

$$X_t = \sum_{i=1}^N (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t), \quad (7)$$

որը կոչվում է բազմաչափ գծային ռեգրեսիա և գնահատում է a_i -ն և b_i -ն:

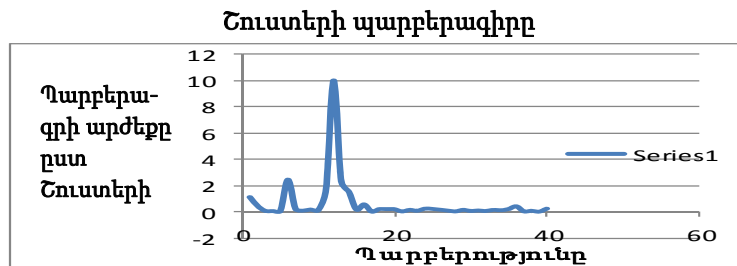
Նկար 1



Տվյալների վերլուծություն: Բնական գազի միջազգային գների տատանումների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ առկա են սեզոնային բաղադրիչը, տրենդը և փուլերը, սակայն դրանք տեսանելի չեն (տե՛ս նկար 1): Կայուն չէ նաև ժամանակային շարքը:

Պարբերագրի վերլուծություն: Հաճախականությունների տարբեր արժեքներին համապատասխանող $I(f_i)$ ինտենսիվությունների (Շուստերի պարբերագրի)⁵ արժեքները կստանանք՝ կիրառելով (2), (3) և (4) բանաձևերը (տե՛ս նկար 2):

Նկար 2

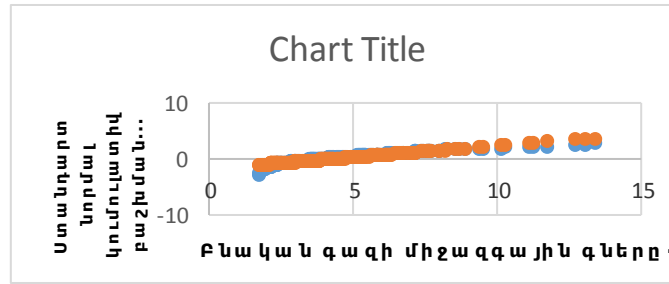


Ստանում ենք հետևյալ պարբերությունները՝ 7 ամիս և 12 ամիս: Ուսումնասիրվող շարքերի նորմալ հավանականային կորերը տրված են նկար 3-ում:

⁴ Տե՛ս http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_pri_fut_s1_m.htm Energy Information Administration

⁵ Տե՛ս **Гренджер К., Хатанак М.**, նշվ. աշխ., էջ 12-15, **Priestly M. B.** Spectral Analysis of Time Series: Academic Press, London, 1981, 491 էջ:

Նորմալ հավանականային կորը



որտեղ՝ series 1՝ նորմալ հավանականային կորն է, series 2՝ ուղիղ գիծն է (միջինը՝ 4.503856, ստ.դեվիացիան՝ 2.270564, քանակը՝ 236):

Բնական գազի միջազգային գների ժամանակային շարքի Ֆուրյեի մոտարկումը⁶: Գնահատենք տրենդն ըստ հետևյալ հավասարման. $T_t = a + bt$, որի ռեգրեսիայի վերլուծությունը տրված է աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

Տրենդի ռեգրեսիայի հավասարումը

Գործակիցները	Արժեքը	St.error	t-student
a	4.389	0.29705	14.7743
b	0.000972	0.002173	0.447122
R^2	0.7854		
F	14.59		
n	236		
k	2		
n-k+1	235		

Այսպիսով, b գործակիցը նշանակալի չէ, իսկ a գործակիցը նշանակալի է, որից հետևում է, որ տրենդը $T_t=4389$:

Աղյուսակ 2

Պատահական ε_t սխալի ավտոռեգրեսիայի $\varepsilon_t = a\varepsilon_{t-1} + b$ մոդելը

Գործակիցները	Արժեքը	St.error	t-student
a	0.605786	0.052447	58.69374
b	0.00178	0.043269	102.5078
R^2	0.864101		
F	133.4107		
n	235		
k	2		
n-k+1	234		

Այսպիսով, պատահական սխալի ավտոռեգրեսիայի գործակիցներ-

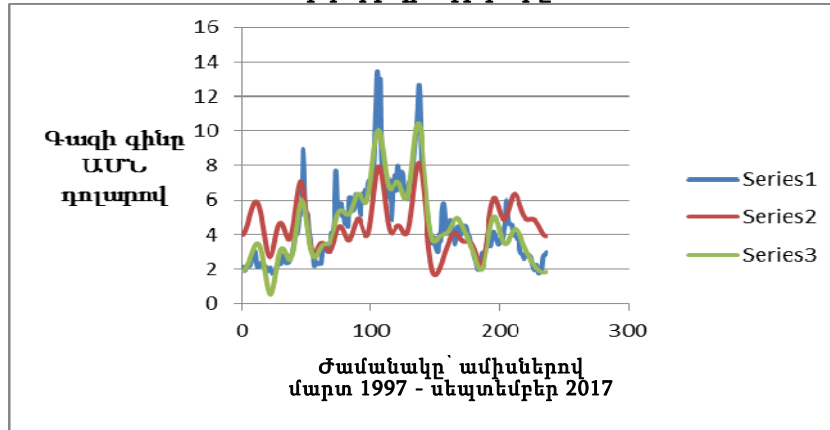
⁶ Տե՛ս Գրենդջեր Կ., Խատանակա Մ., նշվ. աշխ., էջ 33-42, Pyndyck R. S., Rubinfeld D. L. Econometric Models and Economic Forecasts Irwin McGraw-Hill, 1998, 634 էջ:

ըը նշանակալի են, հետևաբար դրա մոդելը ունի հետևյալ տեսքը.
 $\varepsilon_t = 0.605786\varepsilon_{t-1} + 0.00178$:

Նկար 4-ում տրված են իրական և երկու հաշվարկված կորերի գրաֆիկները:

Նկար 4

Բնական գազի միջազգային գների իրական և երկու հաշվարկված կորերի գրաֆիկները



Այստեղ Series 1-ը իրական կորն է, Series 2-ը հաշվարկված կորն է՝ հիմնված հավասարում (8)-ի բոլոր անդամների (նշանակալի և ոչ նշանակալի) վրա, իսկ Series 3-ը հաշվարկված կորն է՝ հիմնված հավասարում (8)-ի միայն նշանակալի անդամների վրա:

Աղյուսակ 4

(8) մոդելի ռեգրեսիոն գործակիցների գնահատականները

	Փոփոխականներ	Գործակիցներ	Ստանդարտ սխալ	Ստյուդենտի գործակից	Տոկոսային կետ
1	sin15	0.34369	0.06846	5.020284	0.005
2	cos15	0.220251	0.068494	3.215632	0.005
3	sin14	-0.37385	0.06846	-5.46082	0.005
4	cos14	0.118481	0.068494	1.729797	0.05
5	sin13	-0.45667	0.06846	-6.67059	0.005
6	cos13	-0.32572	0.068494	-4.75542	0.005
7	sin12	0.0986	0.06846	1.440264	0.1
8	cos12	-0.03976	0.068494	-0.5805	0.3
9	sin11	0.258159	0.06846	3.770953	0.005
10	cos11	-0.00616	0.068494	-0.08998	0
11	sin10	-0.12209	0.06846	-1.78334	0.05
12	cos10	0.103591	0.068494	1.512393	0.1
13	sin9	-0.02322	0.06846	-0.33923	0.4
14	cos9	0.404583	0.068494	5.906793	0.005
15	sin8	-0.40297	0.06846	-5.88626	0.005
16	cos8	-0.74092	0.068495	-10.8172	0.005

17	sin7	0.55162	0.06846	8.057594	0.005
18	cos7	0.519049	0.068495	7.577955	0.005
19	sin6	0.444565	0.06846	6.493831	0.005
20	cos6	-0.13999	0.068495	-2.04379	0.01
21	sin5	-0.01587	0.06846	-0.23184	0
22	cos5	0.278828	0.068495	4.070798	0.005
23	sin4	-0.17574	0.06846	-2.56711	0.01
24	cos4	-0.19377	0.068495	-2.82896	0.005
25	sin3	-0.26595	0.068459	-3.88473	0.005
26	cos3	-0.63622	0.068495	-9.28859	0.005
27	sin2	-0.3386	0.068459	-4.94594	0.005
28	cos2	0.731898	0.068495	10.68547	0.005
29	sin1	0.086657	0.068459	1.265817	0
30	cos1	-2.37082	0.068495	-34.6132	0.005
31	ao	4.502788	0.048421	92.99321	0.005
R2		0.906376			
F-stat		66.1536			
n		236			
n-k+1		207			

Գազի միջազգային գների մոդելը, այսպիսով, կստանա հետևյալ տեսքը.

$$X_t = 4.503 + \sum_{i=1}^{15} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t) + 0.605786 \varepsilon_{t-1} + 0.00178, \quad (8)$$

որտեղ $\omega_i = 2\pi i / 236$, իսկ a_i, b_i գործակիցների արժեքները տրված են աղյուսակ 4-ում:

Իմփտացիոն մոդելների գնահատումները: Աղյուսակ 4-ում տրված են մոդել (8)-ի ռեգրեսիոն գործակիցների և վիճակագրության գնահատականները:

Թելի անհավասարությունների գնահատականները⁷:

Մեկ հավասարում ունեցող ռեգրեսիոն մոդելի գնահատման համար օգտագործվում են հետևյալ վիճակագրական գործակիցները՝ R^2 -ին, F թեստը, t թեստը և այլն: Դրանք օգտագործվում են, որպեսզի գնահատվի մոդելի նշանակալիությունը (վիճակագրական իմաստով): Գոյություն ունեն այլ վիճակագրական գործոններ (օրինակ՝ DW վիճակագիրը), որի միջոցով ստուգվում են մոդելին վերաբերող ընդգծված ենթադրությունները: Նույնիսկ այն դեպքում, երբ օգտագործվում են այս թեստերը, հնարավոր չէ ուղղակիորեն ընդունել կամ հերքել մեկ հավասարմամբ ներկայացված մոդելը, մասնավորապես, երբ այն համեմատվում է մեկ այլ մոդելի հետ: Այսպիսով, հարկ է լինում որոշել մոդելի կառուցվածքի ճշգրտման նպատակահարմարությունը, ինչպես նաև գնահատված գոր-

⁷ Տե՛ս Pyndyck R. S., Rubinfeld D. L. Econometric Models and Economic Forecasts Irwin McGraw-Hill, 1998, էջ 384-389:

ծակիցների իմաստավորվածությունը: Մոդելի գնահատումը նաև կախված է այն նպատակից, որի համար այն կառուցված է: Կանխատեսման նպատակով կառուցված մոդելը պետք է հնարավորինս ունենա կանխատեսման համար փոքր ստանդարտ սխալ, մինչդեռ Ստյուդենտի t թեստը ունի ավելի կարևոր նշանակություն:

Նշենք նաև, որ ռեգրեսիոն հավասարումը կարող է լինել վիճակագրորեն նշանակալի, սակայն իմիտացիայի արդյունքում պարզվում է, որ այն չի մոտենում իրական տվյալներին: Մոդելավորման ընթացքում պահանջվում է գնահատել իմիտացիայի միջոցով մոտարկող կորի և ժամանակային շարքի միջև հեռավորությունը:

Հայտնի է իմիտացիայի վիճակագիր Թեյլի անհավասարության գործակիցը.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s - Y_t^a)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s)^2} + \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^a)^2}} \quad (9)$$

Ինչպես տեսնում ենք, համարիչը համընկնում է rms-ի հետ, սակայն U -ի նորմավորումը գտնվում է 0-ի և 1-ի միջև:

Թեյլի (9) անհավասարության գործակիցը կարելի է ձևափոխել հետևյալ կերպ⁸.

$$\frac{1}{T} \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2 = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 + (\sigma_s - \sigma_a)^2 + 2(1 - \rho)^2 \sigma_s \sigma_a \quad (10)$$

որտեղ \bar{Y}^s, \bar{Y}^a ժամանակային շարքերի միջիններն են, իսկ σ_s և σ_a ստանդարտ դեվիացիաներն են համապատասխանաբար, և ρ -ն կորելացիայի գործակիցն է: Թեյլի (9) անհավասարության գործակիցը կարելի է ներկայացնել հետևյալ համամասնությունների միջոցով.

$$U^M = \frac{(\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2}{(1/T) \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2} \quad (11)$$

$$U^S = \frac{(\sigma_s - \sigma_a)^2}{(1/T) \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2} \quad (12)$$

$$U^C = \frac{2(1 - \rho)^2 \sigma_s \sigma_a}{(1/T) \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2} \quad (13)$$

U^M , U^S , U^C կոչվում են շեղումների, վարիացիայի և կովարիացիայի գնահատականներ:

⁸ St' u Pyndyck R. S., Rubinfeld D. L., նշվ. աշխ., էջ 384-389:

Թելի իմիտացիոն մոդելների անհավասարության գործակիցների գնահատականները

Մոդելի անվանումը	Գնահատականը՝ ըստ Թելի գործակիցների	
Իմիտացիոն մոդել, որն ընդգրկում է հավասարում (8)-ի միայն առաջին 8 անդամները՝ Series 1	0.114022	
	U _m	2.36963E-08
	U _s	0.06807791
	U _c	0.931922066
	U _m +U _s +U _c	1
Հաշվարկված մոդել, որն ընդգրկում է հավասարում (8)-ի բոլոր անդամները (նշանակալի և ոչ նշանակալի)՝ Series 2	0.193289	
	U _m	0.000433
	U _s	0.228215
	U _c	0.77604
	U _m +U _s +U _c	1
Հաշվարկված մոդել, որն ընդգրկում է հավասարում (8)-ի միայն նշանակալի անդամները՝ Series 3	0.082395	
	U _m	1.07E-07
	U _s	0.015472
	U _c	0.984528
	U _m +U _s +U _c	1

Շեղումները արտահայտում են պարբերական սխալը, քանի որ այն գնահատում է Y^s, Y^a ժամանակային շարքերի միջինների տարբերությունները: Նշենք, որ U^M -ը գտնվում է 0-ի և 1-ի միջև, քանի որ այն գնահատում է, թե որքանով են տարբերվում իրական և իմիտացված ժամանակային շարքերը միմյանցից: Ենթադրում ենք, որ U^M -ի արժեքը պետք է լինի 0-ին մոտ: Հակառակ դեպքում, եթե U^M -ի արժեքը մեծ լինի 0.1-ից կամ 0.2-ից, ապա դա կնշանակի, որ առկա է պարբերական միջինների տարբերություն: Հետևաբար մոդելը պետք է ճշգրտվի:

Վարիացիայի U^S համամասնությունն ընդգծում է մոդելի արձագանքը ուսումնասիրվող փոփոխականի փոփոխականության աստիճանի նկատմամբ: Եթե U^S -ի արժեքը մեծ է, ապա դա նշանակում է, որ իմիտացված շարքի տատանողականությունը մեծ է, իսկ տրվածինը՝ փոքր, կամ հակառակը: Երկու դեպքերը անցանկալի են, ու պահանջվում է ստուգել մոդելի նշանակալիությունը:

Վերջապես, U^C կովարիացիայի համամասնությունը չափում է ոչ պարբերական սխալը, այսինքն՝ այն ներկայացնում է մնացորդային սխալը, երբ գնահատվում է շեղումը միջինից: Քանի որ խոհեմության սահմանից դուրս է պահանջել, որ տրված ժամանակային շարքը և իմիտացված ժամանակային շարքը լինեն կորելացված, ապա սխալի այս համամասնությունը կարևոր չէ: Քանի որ $U > 0$, ապա երեք համա-

մասնությունների միջև՝ $U^M = U^S = 0$ և $U^C = 1$, կլինի իդեալական բաշխում:

Այսպիսով, ստանում ենք աղյուսակ 5-ում տրված իմփտացիոն մոդելների գնահատականներն ըստ Թեյլի: Ինչպես տեսնում ենք, այն իմփտացիոն մոդելը, որը հաշվարկված է միայն նշանակալի անդամներով, ունի ավելի բարձր ճշգրտության աստիճան, քան այն մոդելը, որը հաշվարկված է՝ օգտագործելով բոլոր (նշանակալի և ոչ նշանակալի) ռեգրեսիոն գործակիցները, կամ այն մոդելը, որը հաշվարկված է առաջին 8 անդամների հիման վրա:

Առավել բարձր ճշտությամբ է օժտված իմփտացիոն այն մոդելը, որը հաշվարկված է՝ օգտագործելով հավասարում (8)-ի միայն նշանակալի անդամները (նկար 3-ի Series 3 մոդելը): Այս դեպքում.

ա) Շեղումների համամասնությունը արտահայտում է պարբերական սխալը, քանի որ այն գնահատելով իրական և հաշվարկված ժամանակային շարքերի միջինների տարբերությունները, գտնվում է 0-ի և 1-ի միջև և մոտ է 0-ին:

բ) Վարիացիայի U^S համամասնությունն ընդգծում է մոդելի արձագանքը, և U^S -ի արժեքը, համեմատած մյուս կորերի գնահատականների հետ, առավել փոքր է. դա նշանակում է, որ իմփտացված շարքի տատանողականությունը համընկնում է իրական ժամանակային շարքի տատանողականության հետ:

գ) U^C կովարիացիայի համամասնությունը, չափելով ոչ պարբերական սխալը, ներկայացնում է մնացորդային սխալը, երբ գնահատվում է շեղումը միջինից: Երրորդ կորի նկատմամբ U^C գնահատականը առավել մոտ է 1-ին հետևաբար այն մոտ է իդեալականին:

Արդյունքների քննարկում: Համաձայն պարբերագրի վերլուծության արդյունքի՝ գազի միջազգային գների ժամանակային շարքը պարբերական է և ունի 7 ու 12 ամիս տևողությամբ փուլեր, ինչը բացահայտել ենք Շուստերի պարբերագրի հիման վրա: Հիմնվելով պարբերական բնույթի վրա՝ առաջարկվել է գազի միջազգային գների ժամանակային շարքի Ֆուրյեի մոդելը, որը, համաձայն ճշգրտության գնահատականների (վիճակագրական և ըստ Թեյլի), մոտ է իրական ժամանակային շարքին:

Եզրակացություն: Պարբերագրային վերլուծությամբ բացահայտվել են գազի միջազգային գների ժամանակային շարքի 7 և 12 ամիս տևողությամբ փուլեր, իսկ գազի միջազգային գների ժամանակային շարքի Ֆուրյեի մոդել (8)-ը՝ գնահատված աղյուսակ 4-ում, հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրելու ժամանակային շարքի վարքը:

Բանալի բառեր – *պարբերագիր, Ֆուրյեի վերլուծություն, Թեյլի գործակից, հաճախականություն, միջազգային գին, բնական գազ*

СТЁПА ЦАРУКЯН, АРАМ АРАКЕЛЯН – Моделирование временных рядов международных цен на натуральный газ. – В статье предлагается новый подход к моделированию временных рядов международных цен на натуральный газ. Подход основан на методе спектрального анализа. Установлен характер флуктуаций изучаемого временного ряда, что обусловило оценку длительности циклов и периодов колебаний. Предложена модель временного ряда международных цен, основанная на применении ряда Фурье, для которого приведены оценки точности с применением коэффициента неравенства Тейла, а также его составляющих: отклонения, вариации, ковариации.

Ключевые слова: *периодограмма, анализ Фурье, коэффициент Тейла, частота, международная цена, натуральный газ*

STYOPA TSARUKYAN, ARAM ARAKELYAN – Modeling Time Series of International Prices for Natural Gas. – An approach for modeling the natural gas international prices time series is considered. The method is based on the spectral analysis. We discovered fluctuations in studied time series. Thus, circles and periods of fluctuations of studied time series have been assessed. The Fourier model of natural gas international prices time series is developed and the assessment of the accuracy of the model is given. An assessment is based on the Theil inequality coefficient and its proportions: bias, variance, and covariance.

Key words: *periodogram, Fourier analysis, Theil coefficient, frequency, international price, natural gas*