

UOT 524

GÜNƏŞ RADİOŞUALANMASININ ZAMAN SİRALARININ MODELLƏŞDİRİLMƏSİNİN MÜASİR PROBLEMLƏRİ

Ş.Ş.HÜSEYNOV, S.Ş.HÜSEYNOV

*AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
AZ5626, Şamaxı r., Y. Məmmədəliyev qəs.
shirin.guseyn@gmail.com, sedi-huseynov@mail.ru*

Daxil olub: 21.05.2019
Çapa verilib: 01.09.2019

Acar sözlər: Günəş radioşualanması, qeyri-stasionar zaman sıraları, sinergetika, fraktal təhlil, proqnoz, kosmik hava.

РЕФЕРАТ

İşdə, Günəşin müxtəlif radioastronomik qurgularda alınan müşahidə məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Alınan məlumatlar, əsasən Günəş atmosferində baş verən qeyri-stasionarlıqı əks etdiriyindən araşdırma dinamik Fraktal tədqiqat üsulunun köməyi ilə aparılmışdır. Başqa sözlə, Günəşdə yaranan mürəkkəb proseslərin tədqiqində sinergetik yanaşmanın dinamik sistemlərin qeyri-xətliyini və dissipativliyini nəzərə alm $1 < D_f < 1,5$ olduqda Günəş radioşualanması flaktuasialarının zaman sıraları-davamlı (inersiyalı) zaman sıralarıdır. Müasir dinamik üsul olan-Fraktal təhlilin tətbiqi sayəsində Günəşdə mövcud olan proseslərin dinamik parametrlərini təyin etmiş olur.

GİRİŞ

XIX-əsrin 60-cı ilin sonuna yaxın Günəş radioşualanmasını tədqiq edən rus radiofiziki O.İ.Yudin bu radioşualanmalarda Günəşdə baş verən fiziki proseslərlə əlaqəli flaktuasiaların varlığını təsdiq etdi. Həmin əsrin 70-ci illərində Nijni-Novqorod şəhərində yerləşən Radiofizika elmi-tədqiqat institutunun elmi işçisi prof. M.M.Kobrin (əməkdaşları ilə birlikdə) həmin flaktuasiaların dinamikasının Günəş atmosferində baş verən alışıma hadisələri ilə əlaqəli olduğunu əks etdirən elmi nəticələr nəşr etdirməyə başladı [1,2].

Hal-hazırda, bu müşahidələr diametrləri $2 \div 100$ m olan, müxtəlif ölkələrin ərazilərində fəaliyyət göstərən və $f=1 \div 17$ Qhs-tezliklərdə işləyən radioastronomik teleskoplarda aparılmasına baxmayaraq, alınan nəticələr əsaslı şəkildə bir-birini təkzib edir. Bunun əsas səbəbləri öz izahını qismən də olsa [3] tapmışdır. Bu səbəblərdən ən mühümü Günəş radioşualanması flaktuasiaları əsasında tərtib olunmuş zaman sıralarının tədqiqinə Furye-cevirməsi və onun müxtəlif modifikasiyalarının tətbiq olunmasıdır. Çünki bu klassik üsullar stasionar proses-

lərin araşdırılmasında daha real nəticələr almağa imkan verir.

Son bir necə onilliklərdə tədqiqatçılara aydın oldu ki, Dünyada bir sıra mühüm hadisələr və proseslər mövcuddur ki, onların izahını tək cə rəqs və dalga nəzəriyyəsinə görə vermək mümkün deyildir. Burada, real təkamül edən proseslərdə keyfiyyət göstəricisi kimi "xaos" nəticəsində qeyri-xətti sistemlərə keçid nəzərdə tutulur.

Beləliklə, mürəkkəb hadisələrin və proseslərin mahiyyətini dərk etmək üçün dinamik sistemlərin qeyri-xətliyini və dissipativliyini qəbul etmək lazımdır.

Dissipativ quruluş nəzəriyyəsi–acıq sistem fizikası və qeyri-xətti dinamika anlayışlarının məcmu yu kimi başa düşülür. Bunlar, dünyada baş verən qeyri-xətti hadisələri təsvir etmək üçün əsas göstəricilərdir. Bu nəzəriyyəyə görə, hərəkətin və təkamülün dəyişmə səbəblərini materiya özü yaradır. Ona görə də qanunauyğunluqları onların xüsusi inkişafında axtarmaq lazımdır [4].

Özündə stasionar və qeyri-stasionar təsadüfi prosesləri əks etdirən zaman sıralarının tədqiqi üçün müxtəlif dinamik və statistik üsullardan istifadə olunur. Dinamik üsullarda zaman sıralarında

determiləşmiş "xaosun" statistik üsullarda isə "küyün" olması nəzərdə tutulur. Bu üsulların hər birinin öz üstünlükləri və nöqsanları vardır.

Son 30 ildə, müxtəlif elm sahələrində çalışan mütəxəssislər tərəfindən dünyada canlı və cansız obyektlərdə baş verən hadisələrin və proseslərin yaranma səbəblərini, təkamülünü araşdırmaq üçün dəyərli müddəalar, təkliflər və üsullar işlənib hazırlanmışdır. Bunlardan bir qismi geniş şəkildə monoqrafialarda [5,6,7] və dərsliklərdə [8] öz əksini tapmışdır. Hər hansı açıq sistemlərdə apardığımız müşahidələr əsasında tərtib olunmuş zaman sıralarının tədqiqi onun quruluşunu müəyyən etmək və keçmiş məlumatlar əsasında gələcəyini araşdırmaqdan ibarətdir.

Biz bu işin yerinə yetrilməsində yuxarıda qeyd etdiyimiz elmi əsərlərdən faydalanaraq, Günəşin radioastronomik müşahidə məlumatlarından tərtib olunmuş zaman sıralarına dinamik üsul-Fraktal tədqiqat üsulunun tətbiqi sayəsində alışma hadisəsinin və onun Yer atmosferinə təsirinin qabaqcadan xəbər verilməsi və diaqnostikasına qismən də olsa aydınlıq gətirmək istəmişik.

Başqa sözlə, dinamik üsullarda (Fraktal, Veyvlet-çevirməsi və Empririk mod) tədqiq etdiyimiz prosesin xaosla idarə olunması sayəsində, determiləşmiş xaosun mövcudluğu və onun dinamikası araşdırılır.

MÜŞAHİDƏ MƏLUMATLARININ İSTİFADƏSİ VƏ ONLARIN İŞLƏNMƏSİ

Müşahidə məlumatları kimi, 12 ədəd izolə edilmiş və gücü $2 \leq K \leq 3$ bal olan Günəş radio püskürmələrindən istifadə olunmuşdur. Müşahidələr 2010÷15-ci illərdə Qazağıstan Respublikasının İonosfer İnstitutunda $f=1\text{Qhs}$ və $f=3\text{Qhs}$ tezliklərdə işləyən 12m-lik radioteleskopda aparılmışdır.

Günəşin müşahidəsi yerli vaxtla səhər 08:00-dən 18:00-ə kimi 10.7 və 27.8sm dalğa uzunluqlarında müntəzəm olaraq davam etdirilmişdir. Alınan məlumatların diskret addımı $\nabla t=5$ san olduğu üçün 7÷8 saat ərzində gündəlik məlumatların sayı $N=5400 \div 5700$ -ə bərabər olur. Bu da imkan verir ki, fluktuasiyalardan 5-dəqiqədən 70-dəqiqəyə qədər davamlı xarakterik dəyişmələrin dinamikasını izləmək mümkün olsun. Nəzərdə tutulmuş radiopüskürmələr və onların ətra-

fında alınmış müşahidə məlumatlarının işlənməsi Dinamik Furiye Çevrilməsi (DFÇ) və Fraktal Təhlil Üsulunun (FTÜ)-köməyi ilə aparılmışdır [3,9].

Birgə aparılan tədqiqat sayəsində Günəş aktivliyinin 24-ci tsiklində 17 may və 6 yanvar 2014-cü il baş vermiş proton hadisəsindən başqa, daha üç güclü proton hadisələrinin-27 yanvar, 7 mart və 13 mart 2012-ci ildə baş verdiyi təsdiqləndi [9]. Bu proton hadisələrinin baş verdiyi müddət ərzində Yerdə Günəşin kosmik şüalanmasının artması müşahidə olunmuşdu. Proton hadisəsi-kosmik havanın ən vacib və qorxulu təzahürlərindən biri olaraq, onun diqqətilə və hərtərəfli öyrənilməsinə gözləyir.

Bundan başqa, biz Nobeyamada (Yaponiya) 1, 2, 3 və 4Qhs tezliklərdə işləyən, 2010÷15-ci il tarixlərində radiopolyarimetrlərdə alınan məlumatlardan da istifadə etmişik. Riyazi işlənmə üçün bu məlumatlar <http://solar.nro.ac.jp>-saytından götürülmüdü. Zaman sıraları $\Delta t=1$ dəq addım ilə diskret qiymətlər əsasında tərtib olunmuşdur. Biz ləkələrin təkamülü ilə əlaqəli olan (sahələrin dəyişməsi, intensivliyinin artması) və gücü $5.5 \leq M \leq 8.7$ aralıqda dəyişən alışma hadisələri ətrafında tərtib olunmuş zaman sıralarını tədqiq etmişik. Hal-hazırda proton hadisəsi zamanı həyacanlaşmanın qiymətini beş ballıq şkala ilə R1-dən (M-ballı alışma üçün) R5-ə qədər ($M > 12.5$ -ən güclü alışma üçün) qiymətləndirirlər.

MÜŞAHİDƏ MƏLUMATLARININ İŞLƏNMƏSİNİN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONUN TƏHLİLİ

Son 25-ilə yaxın müddətdə elmin müxtəlif sahələrində-fizikada, geofizikada, radiofizikada, biologiyada, tibbdə, iqtisadiyyatda və sairə baş verən qeyri-stasionar proseslərin dinamikasını özündə əks etdirən zaman sıralarını təhlil etmək üçün müasir üsullardan (Fraktal, Veyvlet-çevirməsi Empririk mod) geniş istifadə olunur [3].

Fraktal tədqiqat üsulunun radioastronomik zaman sıralarına tətbiqi öz əksini [3,10] tapmışdır. Zaman sıralarının xaosun dərəcəsini təyin etmək Fraktal tədqiqatın əsas mahiyyətidir. Fraktal ölçü dərəcəsinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif üsullar mövcuddur. Qeyri-stasionar zaman sıraları üçün təklif olunan sadə R/S-üsulu ingilis hidroloqu Xerest tərəfindən irəli sürülmüşdür [11]. Bu üsulda

H_t - Xerest göstəricisi əsasında Fraktal ölçü dərəcəsi - D_t təyin olunur. İşdə 12 ədəd güclü alışma və 5-ədəd proton hadisələri kimi qiymətləndirilən proses ətrafında (hadisidən 3 gün əvvəl, hadisə günü və hadisədən 2 gün sonra) tərtib olunmuş radioastronomik zaman sıraları modifikasiya edilmiş Fraktal tədqiqat üsulunun köməyi ilə təhlil olunmuşdur. Alışma hadisələrinin təhlili zamanı, araşdırma üçün önəmli olan lokal sıçrayışlar ətrafında tətqiq etdiyimiz zaman sıralarındakı diskret nöqtələrin sayı $100 \leq N \leq 300$ nisbətən az olduqda Erik Naymanın empirik yolla təkmilləşdirdiyi aşağıdakı düsturdan istifadə etmişik [12]

$$H_t = \ln(R/S) / \ln(\pi + \frac{N}{2}) - (-0,0011 * \ln N + 1,0136), \quad (1)$$

burada $a = \pi/2$ - verilmiş sabit müsbət ədəddir.

Xerest təbiət hadisələrinin təhlili zamanı sıraların diskret qiymətlərinin sayı az olduqda, təcürübü yolla bu sabitin qiymətinin $a=0.5$ -ə bərabər qiymətinin reallığı daha düzgün əks etdirdiyi qənaətinə gəlmişdir. Onda $\pi=2a=2 \cdot 0.5=1$ olur. Biz (1) düsturundan sonrakı hesaplalmamızda istifadə etmişik. Harda ki, N-zanam sirasındakı müşahidə məlumatlarının sayıdır. S-müşahidə sıralarının orta kvadratik meyl etməsidir. R-sərhəd daxilində qolaylanma(размах) qiymətidir.

Xerest hesablama nöqtəsi olaraq, Eynşteyinin hissəciklərin Broun hərəkəti haqqında əsərindən götürdüyü $R=\sqrt{T}$ - düsturundan istifadə etmişdir. T-isə zaman göstəricisidir.

Xerest göstəricisinə görə Fraktal ölçü dərəcəsi - D_t aşağıdakı sadə düsturla təyin edilmişdir

$$D_t = 2 - H_t. \quad (2)$$

Alışma hadisələri ətrafında tərtib olunmuş zaman sıraları üçün xotikliyin D_t -Fraktal ölçü dərəcələri qiymətləndirilmişdir

$$0,5 < H_t \leq 1; \quad 1 < D_t < 1,5.$$

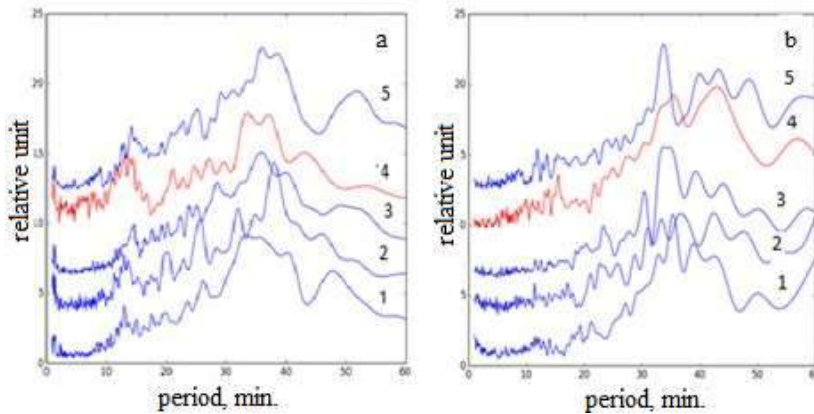
Bu qiymətlər imkan verir ki, radioastronomik fluktuasiyalardan tərtib olunmuş zaman sıralarının davamlı (ətalətli) zaman sıraları olduğu anlamına gələk.

Əgər $H_t \approx 0,5$; $D_t \approx 1,5$ dirsə, onda prosesin təsadüfi olduğu aşkarlanmış olur.

Müşahidə məlumatlarının statistik və dinamik usullarla işlənməsinin nəticələri aşağıdakı qrafiklərdə və cədvəllərdə göstərilmişdir.

Şəkillərdən görünür ki, 1(a)-Şəklində göstərilmiş güc spektrlərində $t_x=10 \div 15$ dəq. xarakterik dəyişməsi olan piklər və 1(b) isə $t_x=35 \div 40$ dəq. xarakterik dəyişmələr üstünlük edirlər. 1Qhs tezlikdə aparılmış müşahidələrinin nəticələri əsasında qurulmuş güc spektrlərinin alışma hadisələri ilə əlaqəsi aşkar edilmədi. 1(b)-şəklindən aydın görünür ki, $f=3Qhs$ tezlikdə tərtib olunmuş zaman sıraları əsasında qurulmuş güc spektrlərində alışma hadisəsinə yaxınlaşdıqca, $t_x \approx 35 \div 40$ dəqiqəlik xarakterik dəyişmələr üstünlük təşkil edir.

İşdə alınmış bu nəticələr öz nəzəri izahını qişmən də olsa A.A.Solovyov və Y.A.Kiriçik tərəfindən irəli sürülmüş "kiçicik günəş ləkələri" modelində tapılmışdır [13].



Şəkil 1

1Qhs və 3Qhs - tezliklərdə fluktuasiyaların ortalaşdırılmış amplitud (güc) spektrləri. 4-ədədi ilə işarə edilmiş ayrılar alışma günlərinin ortalaşmış spektrləridir.

Cədvəldə verilmiş qiymətlərdən görünür ki, alışma hadisəsinə yaxınlaşdıqca, xaotiklik daha rəvan (səlis) determinləşmiş xaotikliklə əvəz olunur.

İşdə 5-ədəd proton hadisəsinin araşdırılması sayəsində alınmış qiymətlər onu deməyə əsas verir ki, Fraktal ölçü dərəcəsinin qiymətinin proton hadisəsinin gücündən asılılığı tərs mütənasibdir.

NƏTİCƏ

Bu işin yerinə yetrilməsi, yekunda aşağıdakı elmi nəticələri söyləməyə imkan verir:

1. Müəyyən edilmişdir ki, gücü $2 \leq K \leq 3$ bal olan alışmadan $1 \div 3$ gün əvvəl xarakterik dəyişmə müddəti $t_x \geq 35$ dəq. olan döyüntülər daha üstünlük təşkil edirlər.
2. Aşkar edilmişdir ki, Günəş radioşualanması fluktuasiyalarının zaman sıraları, Fraktal ölçü dərəcəsinin qiymətinə $1 < D_t < 1,5$ görə davamlı (ətalətli) zaman sıralarıdır. Başqa sözlə, alışma hadisələrinə yaxınlaşdıqca xaotiklik

daha rəvan determinləşmiş xaotikliklə əvəz olunur.

3. 5-ədəd proton hadisəsinin tətqiq olunması sayəsində hesablanmış fraktal ölçü dərəcəsinin qiymətinin proton hadisəsinin gücündən asılılığının tərs mütənasib olduğu aşkar edilmişdir. Daha doğrusu, proton hadisələrinə $1 \div 3$ gün qalmış $D_{t \text{ güclü}} < D_{t \text{ zəif}}$ -şərti saxlanılır.
4. Müəyyən edilmişdir ki, radioastronomik zaman sıralarına dinamik Fraktal tədqiqat üsulunun tətbiqi, Günəşdə gedən proseslərin və onun Yer atmosferi ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranan fiziki şəraitin determinləşmiş xaotikliklə idarə olunmasını nəzərə alır. Bu da, tətqiq etdiyimiz obyektin enerji balansının keyfiyyət və kəmiyyət cəhətdən qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Beləliklə, müasir dinamik üsul olan - Fraktal təhlil Günəşdə baş verən qeyri-stasionar proseslərin araşdırılmasında daha real nəticələr əldə etməyə şərait yaradır.

Cədvəl 1

Alışma hadisəsi ətrafında gündəlik zaman sıralarının Xrest göstəriciləri və Fraktal ölçü dərəcələrinin qiymətləri.

| Günlər, ay, il | 3.03.2011 | 4.03.2011 | 5.03.2011 | 6.03.2011 | 7.03.2011 Alışma günü | 8.03.2011 | 9.03.2011 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| Xrest göstəricisi H | 0.827 | 0.825 | 0.828 | 0.814 | 0.766 | 0.825 | 0.830 |
| Fraktal ölçü dərəcəsi D | 1.172 | 1.174 | 1.171 | 1.185 | 1.233 | 1.174 | 1.169 |

Cədvəl 2

07.03.201-ci il tarixində müxtəlif zaman intervallarında baş vermiş 3-ədəd alışma müddətində Fraktal ölçü dərəcələrinin qiymətləri.

| Alışma günü | Alışmanın müddəti | Hadisə vaxtı D |
|-------------|-------------------|-----------------------|
| 7.03.2011 | 1) 04.54÷05.40 | 1.157 |
| | 2) 07.55÷08.41 | 1.171 |
| | 3) 09.00÷09.50 | 1.168 |

Cədvəl 3

Müxtəlif günlərdə baş vermiş proton hadisələrinin gücünün Fraktal ölçü dərəcəsinin qiymətindən asılılığı.

| Proton hadisələrinin baş verdiyi gün,ay,il | 05.03.2012 | 09.03.2012 | 13.03.2012 | 07.03.2012 |
|--|------------|------------|------------|---|
| Proton hadisələrinin gücü | M 5.5 | M 6.3 | M 7.9 | X 5.5; X 1.5 α - β - γ |
| Fraktal ölçü dərəcəsinin qiymətləri | 1.272 | 1.260 | 1.246 | 1.193 |

MİNNƏTDARLIQ

Müəlliflər bu işin yerinə yetirilməsində RT-12 metrlik radioteleskop qurğusunda alınan müşa-

hidə məlumatlarından istifadəyə şərait yaratdıqlarına görə Qazaxıstan Respublikasının İonosfer İnstitutunun rəhbərliyinə öz dərin minnətdarlığını bildirlər.

1. О.Н.Юдин. *Квазипериодические низкочастотные флуктуации радиоизлучения Солнца, Доклады АН СССР*, **180** (1968) 821-823.
2. М.М.Кобрин, А.И.Коршуннов. *On quasi-periodic components with periodic from 30 to 60min of amplitude fluctuations of X-band solar radio emission, Sol. Phys.*, **25** (1972) 339-342.
3. Ş.Ş.Hüseynov, S.Ş.Hüseynov. *Santimetrlik-destimetrlik dalğa uzunluğunda Günəş radioşüalanması fluktuasiyalarının zaman sıralarının statistik və dinamik tədqiqi, "Aviakosmik problemlərin həllində gənclərin yaradıcısı potensialı" III-beynəlxalq elmi-praktiki gənclər konfransı*, (2018) 171-173.
4. И.Пригожин. *От существующего к возникающему, М.: Наука*, (1980) 342.
5. И.Пригожин, И.Стингерс. *Время - хаос, квант, К решению парадокса времени.-М.: Эдиториал УРСС*, (2001) 239.
6. В.М.Сомисков. *К основам физика эволюции, Алматы*, (2016) 306.
7. А.Ю.Лоскутов. *Основы теории сложных систем, М.: Регулярная и хаотическая динамика*, (2007) 311.
8. А.Ю.Лоскунов, А.С.Михайлов. *Введение в синергетику, М: Наука*, (1990) 272.
9. Ш.Ш.Гусейнов, И.Г.Гахраманов, С.Ш.Гусейнов, В.М.Сомисков и др. *Исследование характеристик параметров солнечных радиовсплесков - как эффективный критерии прогнозирования космической погоды, Azerbaijan Astronomical Journal*, **11** №2 (2016) 20-26.
10. Ш.Ш.Гусейнов. *Некоторые особенности характеристик хаотических колебаний, Fizika, АМЕА-нин Fizika İnstitutu*, №3 (2002) 31-34.
11. Н.Е.Hurst. *Long stroge of reservoirs: an experimental study, Transactions of the American Society of Civil Engimeers*, **116** (1951) 779-808.
12. Э.Найман. *Как покупать дешево и продавать дорого: Пособие для разумного инвентара, М.: «Альпина Паблишерз»*, (2011) 552.
13. А.А.Соловьев, Е.А.Киричек. *Солнечное пятно, как уединенная магнитная структура: устойчивость и колебания, Астрофизика. бюлл.*, **63** №2 (2008) 180-192.

MODERN PROBLEMS MODELING THE TIME SERIES OF THE SOLAR RADIORADIATION**Sh.Sh.GUSEYNOV, S.Sh.GUSEYNOV**

The solar observational data, obtained at various radioastronomy devices has been used. A synergistic approach in the study of complex processes that arise in the Sun-the nonlinearity of dynamic systems and dissipation has been used. It has revealed that when the value of fractal measure degree is in the interval $1 < D_f < 1,5$ the temporal series of the solar radiation have been persistent temporal series. Throgh the application of the method of fractal analysis, which is a modern dynamic processes that occur in the Sun.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО ВРЕМЕННЫМ РЯДАМ СОЛНЕЧНОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ**Ш Ш.ГУСЕЙНОВ, С.Ш.ГУСЕЙНОВ**

В работе были использованы солнечные наблюдательные материалы, полученные на разных радиоастрономических устройствах. При исследовании сложных процессов на Солнце учитывали синергетические подходы: нелинейность и диссипативность в динамических системах. Выявлено, что если полученные на основе временных рядов флуктуаций радиоизлучения Солнца фрактальные оценки $1 < D_f < 1,5$, то тогда существующий ряд имеет инерционный характер. Применение на практике современного динамического метода фрактального анализа дало возможность определить динамические параметры (эволюция пятен, прогноз вспышечных событий и оценить их мощность и др.) на Солнце.